Aus der Chirurgischen Klinik und Poliklinik
der Berufsgenossenschaftlichen Krankenanstalten
„Bergmannsheil" Bochum - Universitätsklinik
Leiter: Prof. Dr. J. Rehn

Die Frakturen und Luxationen der Handwurzel mit Ausnahme der Frakturen des Os naviculare manus

Diskussion der Literatur an Hand 50 eigener Fälle

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrades der Medizin
einer
Hohen Medizinischen Fakultät
der Ruhr-Universität zu Bochum

vorgelegt von
Walter Michel
aus Oberhausen
1979

1981

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41544708_0006

Aus der Chirurgischen Klinik und Poliklinik
der Berufsgenossenschaftlichen Krankenanstalten
„Bergmannsheil" Bochum - Universitätsklinik
Leiter: Prof. Dr. J. Rehn

Die Frakturen und Luxationen der Handwurzel mit Ausnahme der Frakturen des Os naviculare manus

Diskussion der Literatur an Hand 50 eigener Fälle

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrades der Medizin
einer
Hohen Medizinischen Fakultät
der Ruhr-Universität zu Bochum

vorgelegt von
Walter Michel
aus Oberhausen
1979

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Prof. Dr. H. Werchau
Referent: Prof. Dr. J. Rehn
Koreferent: Prof. Dr. A. Rosenthal

Tag der mündlichen Prüfung: 4. Juni 1981

Meinen Eltern gewidmet

Inhaltsverzeichnis

I.	Zielsetzung	1
II.	Die Entwicklungsgeschichte der Handwurzel	2
III.	Die Anatomie der Handwurzel	3
IV.	Die Mechanik der Handwurzel	8
V.	Historischer Rückblick	11
VI.	Allgemeine Häufigkeit der Handwurzelverletzungen	13
VII.	Systematik der Handwurzelverletzungen	15
VIII.	Die Verletzungen der Handwurzel	17
	- Lunatumfrakturen	17
	- Triquetrumfrakturen	22
	- Trapeziumfrakturen	26
	- Trapezoideumfrakturen	30
	- Capitatumfrakturen	31
	- Hamatumfrakturen	34
	- Pisiformefrakturen	38
	- Frakturen mehrerer Handwurzelknochen	39
	- Luxationen des Pisiforme	44
	- Luxationen des Trapezoideum	44
	- Luxationen des Trapezium	47
	- Luxationen des Naviculare	48
	- Sonstige Einzelluxationen der Handwurzel	48
	- Luxatio radiocarpea	53
	- Luxatio intercarpea	55
	- Traumatische Spalthand	58
	- Perilunäre Luxationen	63
	- Perilunäre Luxationen mit zusätzlicher Fraktur anderer Handwurzelknochen	77
	- Besprechung der perilunären Luxationen	81
	- Frakturen des Hamatum mit einer Luxation des Pisiforme	89
	- Uncharakteristische Luxationsfrakturen	93
IX.	Schlußbesprechung	97
X.	Photographischer Teil	107
XI.	Literaturverzeichnis	119

I. Zielsetzung

Die knöchernen Verletzungen der Handwurzel werden selbst im Krankengut einer großen unfallchirurgischen Abteilung nur selten gesehen. Hieraus ergibt sich, daß sich bis heute noch keine einheitliche Richtlinie für das Vorgehen sowohl bei der Diagnostik, wie auch besonders bei der Behandlung solcher Verletzungen herausgebildet hat.

In den allgemeinen Lehrbüchern der Chirurgie werden die Verletzungen der Handwurzel in der Regel nur am Rande erwähnt und die speziellen Veröffentlichungen über dieses Thema beschäftigen sich oft nur mit einer bestimmten Frakturoder Luxationsform. Außerdem sind die Meinungen in Bezug auf Therapie und Prognose häufig recht divergent.

Es soll daher in dieser Arbeit versucht werden, einen Überblick über die Literatur der Verletzungen der Handwurzel zu geben - wobei die Frakturen des Naviculare nicht berücksichtigt werden. Diese Diskussion findet an Hand 50 eigener Fälle statt. Aus diesem Grunde werden diese eigenen Fälle auch jeweils im Anschluß an die allgemeine Besprechung der betreffenden Fraktur bzw. Luxation vorgestellt.

Es ist nicht Sinn dieser Arbeit, eine optimale Therapiemethode, sowie eine exakte Prognostik für jeden Einzelfall zu erarbeiten. Dies ist auch auf Grund der vielfaltigen Erscheinungsformen der Verletzungen in diesem Bereich nicht möglich.

Wenn aber durch das Aufmerksammachen auf diese Luxationen und Frakturen das Bewußtsein für deren Vorkommen vertieft werden könnte, so würden sich bereits infolge der dann seltener übersehenen Verletzungen wesentliche Verbesserungen für die Prognose ergeben.

II. Die Entwicklungsgeschichte der Handwurzel

Entwicklungsgeschichtlich besteht der gemeinsame Bauplan aller Gliedmaßen nach GEGENBAUR (1898) aus drei Reihen von Skelettstücken: eine proximale aus drei Knochenstücken, eine distale aus fünf Knochenstücken und dazwischen bis zu vier Knochenstücken. Die Knochen der proximalen Reihe nennt man der Lage nach Radiale - im Anschluß an den Radius - und Ulnare - in der Fortsetzung der Ulna. Dazwischen rückt das ursprünglich zwischen den beiden Unterarmknochen liegende Intermedium ein. Es folgt eine Reihe sogenannter Centralia, von denen ein bis vier Knochen auftreten, daran schließt sich als dritte die distale Reihe mit den Carpalia I - V an (Abb. 1).

Abb. 1: Dorsalfäche der rechten Hand von Chelydra serpentina mit vollständiger Reihe der Handwurzelknochen nach GEGENBAUR (1898). U Ulna; R Radius; u Ulnare; r Radiale; c Centrale; i Intermedium.

In der menschlichen Anatomie hat man sich nicht dazu entschließen können, diese allgemeingültige Namensgebung einzuführen, sondern dafür Namen beibehalten, die nur ganz entfernt die äußere Form der Knochen bezeichnen sollen. Dabei entspricht dem Radiale das Os naviculare, dem Intermedium das Os lunatum und dem Ulnare das Os triquetrum. Der bereits erwähnte Bauplan ist beim Menschen dahingehend abgewandelt, daß ein Centrale nur als Knorpelkern beim Embryo erscheint

und entweder ganz verschwindet oder in wechselnder Weise mit dem Radiale verschmilzt. Bei niederen Affen und beim Orang-Utan ist dieses Centrale noch vorhanden. Über die Reduzierung der ursprünglich fünf distalen Carpalia auf die vier Knochen der distalen Handwurzelreihe gibt es zwei Theorien. Entweder verschmelzen die Carpalia IV und V zum Hamatum, oder das Carpale IV vergrößert sich zum Hamatum, während das Carpale V verschwindet. Für die zweite Theorie spricht die Tatsache, daß beim menschlichen Embryo auf dem Hamatum anfänglich nur das 4. Os metacarpale sitzt, während bei älteren Embryonen auch das 5. Os metacarpale mit dem Hamatum in Verbindung steht.

Das Os pisiforme, das sich an der Ulnarseite der Handwurzel dem Os triquetrum anlegt, ist als ein Sesambein aufzufassen. Über die weiteren Sesambeine, die im Bereich der Handwurzel auftreten können, soll wegen ihrer vielfältigen Erscheinungsmöglichkeiten an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden, obwohl gerade auf Grund dieser Vielgestalt die röntgenologische Diagnostik der Handwurzelverletzungen erschwert werden kann.

III. Die Anatomie der Handwurzel

Die Anatomie der Handwurzel, die im wesentlichen durch die Lage der einzelnen Handwurzelknochen und der gegenseitigen Bandverbindungen bestimmt wird, ist wiederum bestimmend für deren Mechanik und damit für die Beweglichkeit des Handgelenkes. Die Bewegung im distalen Radio-Ulnar-Gelenk, sowie hier mögliche Verletzungen, sind nicht Gegenstand dieser Arbeit und bleiben daher im weiteren unerwähnt.

Durch die Anordnung der acht Handwurzelknochen in eine proximale und eine distale Reihe wird das Handgelenk anatomisch in drei Einzelgelenke unterteilt: Articulatio radiocarpea, Articulatio intercarpea und Articulatio carpometacarpea. Von funktioneller Bedeutung sind davon insbesondere die beiden Erstgenannten. Beide Handwurzelreihen bilden je

eine Gelenkpfanne und einen Gelenkkopf aus. Der Gelenkkopf der proximalen Reihe ist gegeben durch das distale Ende des Os naviculare, welches in der durch das Os trapezoideum gebildeten Gelenkpfanne der distalen Handwurzelreihe ruht. Der größere Gelenkkopf der distalen Reihe - bestehend aus dem Os capitatum und dem Os hamatum - artikuliert mit dem proximalen Teil des Os naviculare, dem Os lunatum und dem Os triquetrum, die sich zur Gelenkpfanne der proximalen Handwurzelreihe verbinden. (Abb. 2). In der frontalen Schnittebene bildet die Handwurzel ein nach dorsal konvexes Gewölbe.

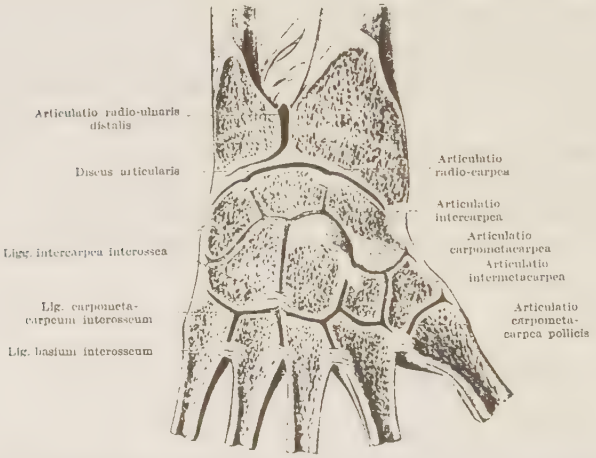

Abb. 2: Gelenke und Zwischenknochenbänder der Handwurzel und der Mittelhand. Eine dorsale Schicht des Skeletts ist entfernt. (Aus LANZ-WACHSMUTH, 1959).

Die Bandverbindungen unter den einzelnen Knochen sind äußerst mannigfaltig, stellen jedoch im wesentlichen vier Gruppen dar: 1. Bänder zwischen Unterarm und Carpus, 2. Bänder innerhalb der beiden Reihen der Carpalia, 3. Bänder zwischen Carpalia und Metacarpalia und 4. Bänder zwischen den Basen der Metacarpalia. Die Anordnung dieser Bänder zeigen die Abb. 3 und 4.

Die erste Gruppe entspringt vorwiegend vom Radius. Man

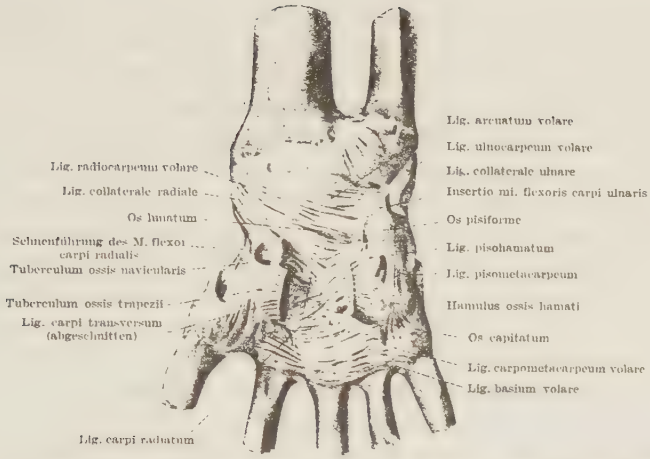

Abb. 3: Der volare Bandapparat an Handwurzel und Mittelhand aus LANZ-WACHSMUTH (1959).

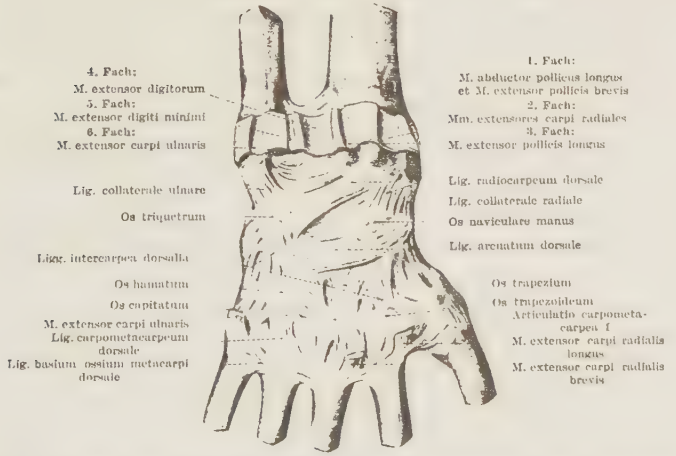

Abb. 4: Der dorsale Bandapparat an Handwurzel und Mittelhand aus LANZ-WACHSMUTH (1959).

unterscheidet ein Lig. radiocarpeum dorsale et volare. Das volare Band besteht aus zwei Teilen: quergerichtete Züge inserieren am Lunatum und eventuell weiter ulnarwärts am Triquetrum, schräg gerichtete Züge inserieren am Caput ossis capitati. Das schwache Lig. ulnocarpeum volare verschmilzt gelegentlich mit dem Lig. radiocarpeum volare zu einem bogenförmigen Band, dem Lig. arcuatum volare. Das dorsale Lig. radiocarpeum inseriert mit tiefen Zügen am Lunatum und mit oberflächlichen am Triquetrum. Die Abduktion des Handgelenkes findet in der Art. radiocarpea statt. Infolge der schrägen Verlaufsrichtung der Fasern des Lig. radiocarpeum in distal - ulnarer Richtung begrenzen diese die radiale Abduktion der Hand, da hierbei der kurze Hebelarm der Hand in ulnarer Richtung bewegt wird. Von der ulnaren Seite her fehlen diese Bänder oder sie sind nur sehr schwach angelegt, so daß ein Ausweichen des kurzen Hebelarmes nach radial weniger behindert und dadurch ein größeres Ausmaß an ulnarer Abduktion ermöglicht wird. Neben der Abduktion werden durch diese Bänder auch die Flexionen der Hand eingeschränkt, wobei infolge der stärkeren Anlage des volaren Bandes die Dorsalflexion auch stärker betroffen ist. Der Vollständigkeit halber müssen hier noch das Lig. collaterale carpi radiale und ulnare erwähnt werden. Von ihrem Ursprung an Radius und Ulna ziehen sie zu den proximalen Carpalia, das erstere zum Naviculare, das letzere zum Pisiforme und Triquetrum. Sie hemmen ebenfalls die Abduktion.

Die zweite Gruppe, die Bandverbindungen der Carpalia untereinander, besteht aus volaren und dorsalen Flächenbändern. Die volaren Flächenbänder haben einen Sammelpunkt auf dem Capitatum, auf dem Züge von allen Nachbarknochen der proximalen und distalen Carpalreihe zusammenlaufen (Lig. carpi radiatum). Lediglich zwischen dem Capitatum und dem Lunatum gibt es keine unmittelbare Bandverbindung, hier dient jedoch das Lig. radiocarpeum für eine gewisse Stabilität der Lunatum - Capitatum - Achse. Außer den langen Fasern des Lig. radiatum gibt es tiefliegende kurze Ligg. intercarpalia volaria; sie verhindern ein Klaffen der Gelenkspalten zwischen

den Carpalia, gestatten aber ein Gleiten der Knochen durch planparallele Verschiebungen der überknorpelten Seitenflächen gegeneinander. Das Capitatum ist das Zentrum dieser Bewegungen und kann deshalb als feststehender Drehpunkt für die Bewegungen im Handgelenk betrachtet werden. Die dorsalen Flächenbänder sind schwächer ausgebildet und zentrieren sich im Gegensatz zu den volaren auf dem Triquetrum. Besonders zu erwähnen ist ein Bandzug, der vom Naviculare und Trapezium quer über die Handwurzel zum Triquetrum hinüberzieht und dabei das Capitatum und Hamatum überspringt (Lig. arcuatum dorsale). Diesen beiden Knochen, die den Gelenkkopf der distalen Handwurzelreihe bilden, dient dieser Bandzug bei der Volarflexion als Widerlager, wobei ein Abrutschen des Bandes vom Gelenkkopf durch nach distal abzweigende Seitenzüge verhindert wird. Das Zusammenwirken der dorsalen und volaren Bänder ist daher so zu sehen, daß das volare Lig. radiatum die Gleitbewegungen der Handwurzelknochen auf das Zentrum, das Capitatum, ausrichtet, während das dorsale Lig. arcuatum dieses Zentrum gegen ein Herausspringen aus dem nach dorsal konvexen Gewölbe sichert. Die Ligg. intercarpea dorsalia, die analog zu den Ligg. intercarpea volaria je zwei Knochen untereinander verbinden, fehlen allerdings zwischen den Carpalia der proximalen und distalen Reihe.

Die dritte Gruppe umfaßt die Carpometacarpalverbindungen. Sie stellen sich dorsal und volar als kurze, straffe Flächenbänder dar, die volar den Stern des Lig. radiatum ergänzen. Eine Sonderstellung nimmt hier das Carpometacarpalgelenk des Daumens ein. Bei ihm fehlen auch die Carpometacarpalbänder, dagegen ist die Gelenkkapsel hier im ganzen sehr fest gebaut und wird durch die aufliegenden Muskelsehnen verstärkt.

Die vierte Gruppe, die von den vorhergehenden nicht immer sauber getrennt werden kann, verbindet in dorsalen und volaren Zügen die Basen der Metacarpalia II - V zu einem festen Komplex. Lediglich der erste Strahl ist hiervon ausgenommen, so daß eine freie Beweglichkeit, insbesondere die Opposition des Daumens ermöglicht wird. Allein die anatomischen Gegeben-

heiten der Gruppen 3 und 4 lassen erkennen, daß in der Art. carpometacarpea mit Ausnahme des 1. Strahles keine wesentlichen Bewegungen möglich sind.

IV. Die Mechanik der Handwurzel

Im Handgelenk erfolgen die Bewegungen wie in einem Kugelgelenk, dessen Drehpunkt in der Mitte des Capitatums liegt, mit der Einschränkung, daß die Rotation nicht hier stattfindet, sondern als Pro- und Supination in das Radioulnargelenk verlegt ist. Bei der anatomischen Betrachtung zeigen sich aber zwei Hauptgelenke, die Art. radiocarpea und die Art. intercarpea. Dazu kommen noch die kleinen Nebengelenke zwischen den einzelnen Handwurzelknochen, die durch ihre Verschieblichkeit die Plastizität des Handgelenkes wesentlich vergrößern. Die Vergrößerung der Plastizität bewirkt, daß der Zwangslauf des Gelenkes, der z. B. bei einem Scharniergelenk das bestimmende Moment der Bewegung ausmacht, sehr stark vermindert wird. Das ausschlaggebende Moment für die Bewegung werden dadurch die Muskelwirkungen, die durch das Zentrale Nervensystem steuerbar sind.

Den Bewegungsumfang des Handgelenkes kann man als Innenfläche einer Bahnkugel beschreiben, deren Ränder durch die Spitze des Mittelfingers beschrieben werden. Neben den reinen Abduktions- und Flexionsbewegungen sind innerhalb dieser Fläche alle Kombinationen möglich. Die sogenannte Verkehrsfläche bildet ein längsovales Feld, das infolge der ausgiebigeren Ulnarabduktion auf die Ulnarseite verschoben ist. Bei sämtlichen Bewegungen sind immer beide Hauptgelenke mitbeteiligt. Läßt man aber am Präparat jedes Hauptgelenk für sich arbeiten, indem man das andere jeweils still legt, dann entstehen kleinere Verkehrsflächen, die nicht durch einfache Summation die Gesamtbewegung im Handgelenk abgeben, so daß hier in einer besonderen Weise das Ganze mehr ist als die Summe der Teile (Abb. 5).

Während die Bewegungen unterhalb des Äquators der Bahnkugel im wesentlichen vom proximalen Handgelenk geleistet werden, vollziehen sich die Bewegungen oberhalb des Äquators im distalen Handgelenk. Anders ausgedrückt bedeutet dies, daß sich die Volarflexion hauptsächlich in der Art. radiocarpea und die Dorsalflexion in der Art. intercarpea abspielt.

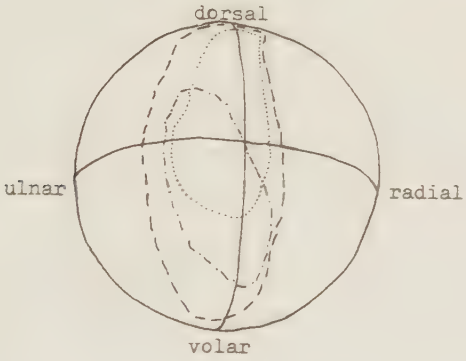

Abb. 5: Aufteilung der Anteile der einzelnen Kammern des Handgelenkes an der Gesamtbeweglichkeit nach BRAUS-ELZE (1954).
------: Gesamtbeweglichkeit
-·-·-·: proximale Gelenkkammer
·····: distale Gelenkkammer

Bei den Flexionen des Handgelenkes kippen sowohl die proximale als auch die distale Handwurzelreihe um eine radioulnare Achse. Dabei geht die Achse der proximalen Reihe durch das Lunatum, die der distalen durch das Köpfchen des Capitatum. Das Ausmaß der Flexionsbewegungen wird bestimmt durch die Bandverstärkungen der Gelenkkapsel und die der Kapsel anliegenden Muskelsehnen. Lediglich bei der Volarflexion kann der Hals des Capitatums gegen die volare Kante des Lunatums gedrängt werden.

Ganz andere Verhältnisse liegen bei den Abduktionsbewegungen vor. Zunächst kann man hier eine dorsovolare Hauptachse annehmen. Da aber bei den Abduktionsbewegungen die Handwurzel auf der einen Seite zusammengedrückt und auf der anderen Seite auseinandergezogen wird, sind hier die Verschiebungen in den kleinen Nebengelenken von entscheidender Bedeutung. Sie finden ausschließlich in der proximalen Handwurzelreihe statt. In Normalstellung der Hand ist die distale Gelenkfläche des Naviculares so gestellt, daß das Trapezoideum schief dorsal- und proximalwärts gleiten kann. Bei der radialen Abduktion muß daher infolge der Annäherung der Multangula an den Radius das Naviculare, als das von keinem Muskel fixierte Skelettstück, in der durch seine Gleitebene vorgewiesenen Richtung volarwärts ausweichen, sobald die radialen Abduktoren hinreichend wirken. Da es aber mit seiner breiten proximalen Gelenkfläche mit dem Radius in Kontakt steht und darin durch die Kapsel, die Verstärkungsbänder und die umliegenden Muskelsehnen erhalten bleibt, so weicht nicht der ganze Knochen aus, sondern er kippt nur volarwärts um (Abb. 6). Dem Umkippen des Naviculare folgt die gesamte proximale Reihe der Carpalia; sie wird vor allem von den Zwischenknochenbändern mitgenommen. Die beschriebene Kippbewegung ist eine Drehbewegung um die radioulnare Achse und ist die unabdingbare Vorraussetzung für die radiale Abduktion, da hierdurch dem Trapezium und dem Trapezoideum die Annäherung an den Radius überhaupt erst ermöglicht wird. Bei der ulnaren Abduktion wird durch das Kippen in umgekehrter Richtung die Lücke gefüllt, die sonst zwischen Radius und distaler Handwurzelreihe entstehen würde. So kommt es, daß jeweils mit der radialen Abduktion akzessorische Bewegungen im Sinne einer Volarflexion verbunden sein müssen, und daß die Muskeln und Knochen auf den dazu erforderlichen Antrieb eingerichtet sind.

Dieser beschriebene Aufbau der Handwurzel ermöglicht dem Handgelenk einerseits eine außerordentliche Beweglichkeit, die wohl durch keine andere Gelenkform zu erreichen wäre. Andererseits werden durch die hohe Elastizität, die dieses

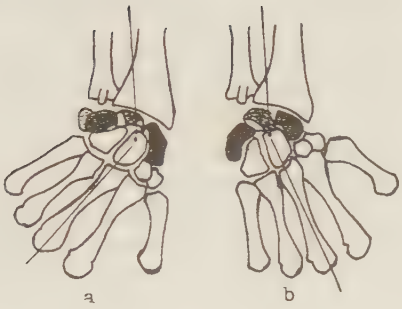

Abb. 6: Umrißzeichnung der abduzierten Hand aus BRAUS-ELZE (1954). a) ulnare Abduktion, b) radiale Abduktion. Die Schraffierung der proximalen Handwurzelreihe verdeutlicht das Abkippen dieser Handwurzelknochen.

Gelenksystem beinhaltet, knöcherne Verletzungen sehr selten. Wenn man die hohe Nutzung der Arme und Hände in Betracht zieht, so wäre eine häufige Verletzung dieser Extremität zu erwarten. Dies ist auch im Bereich des Unterarmes (Radiusfraktur) und der Hand (Mittelhandknochenfraktur) der Fall. Auffallenderweise bleibt jedoch der Bereich dazwischen, die Handwurzel, von knöchernen Verletzungen weitestgehend verschont, was zum größten Teil auf die beschriebene Elastizität zurückzuführen ist.

V. Historischer Rückblick

Obwohl die Diagnostik der knöchernen Verletzungen der Hand und der Handwurzel erst durch die Erfindung Konrad Röntgens in ausreichendem Maße ermöglicht wurde, waren Verrenkungen "der Hand" schon lange bekannt. Bereits HIPPOKRATES soll eine Verrenkung der Hand beschrieben haben, wobei er aber nicht beschreiben konnte, welchen Teil der Hand diese Verletzung betraf. Während DUPUYTREN am Anfang des 19. Jahrhunderts die Möglichkeit einer Luxation der Hand abstreitet

und diese Fälle für verkannte Radiusfrakturen hielt, bringt COOPER 1832 in seiner Abhandlung über Gelenksverletzungen ein Beispiel einer Handwurzelverrenkung. Um das Jahr 1870 werden dann die Berichte über Verletzungen der Handwurzel zahlreicher. 1869 berichtet GAY den Fall einer Luxation des Trapezoideums. SAMPSON (1948) schreibt darüber: "GAY's Beschreibung läßt keinen Zweifel an der Genauigkeit der Diagnose, die in jedem der nachfolgend in der Literatur vorgestellten Fälle durch Röntgenbilder nachgewiesen wurde."

1874 stellte TILLMANNS in seinen Beiträgen zur Lehre von den Luxationen 11 Fälle von Handgelenksverrenkungen zusammen, von denen BIBERBACH drei Jahre später bei einer Überprüfung fünf als nicht zur Handwurzel gehörend erkannte, so daß schließlich sechs echte Verrenkungen in diesem Bereich gesichert waren. Zu diesen sechs Verrenkungen zählten drei isolierte Luxationen des Lunatums nach volar, davon wurde das Lunatum einmal primär und einmal sekundär nach drei Wochen entfernt und im dritten Fall wurde eine primäre Reposition mit gutem Erfolg durchgeführt. Bei der sekundären Entfernung des Lunatums mußte anschließend wegen einer Wundinfektion der Unterarm amputiert werden.

Die ersten Diagnosen, die mit Hilfe von Röntgenbildern gestellt wurden, waren 1897 die zweier isolierter Mondbeinverrenkungen von EIGENBRODT und 1901 die einer Luxation des Trapezoideums von SHELDON, der dieses Röntgenbild auch veröffentlichte. 1902 beschrieb DE QUERVAIN eine Lunatumluxation mit zusätzlicher Fraktur des Os naviculare, die noch heute nach ihm benannt wird, und 1906 schon erkannte KIENBÖCK, daß die isolierte Luxation des Lunatums in Wirklichkeit eine Verrenkung aller anderen Handwurzelknochen um das Lunatum herum darstellt, und prägte damit den Begriff der perilunären Luxation.

VI. Allgemeine Häufigkeit der Handwurzelverletzungen

Die Diagnose einer Verletzung der Handwurzel wurde durch die Verfeinerung der Röntgentechnik in den folgenden Jahren immer mehr erleichtert und daher auch häufiger gestellt. Die Angaben über die Häufigkeit des Vorkommens im allgemeinen Krankengut sind allerdings sehr vage und auch sehr verschieden. Das wohl größte Krankengut beinhaltet auch heute noch die von SCHNEK und PERSCHL aufgestellte Statistik im Lehrbuch von BÖHLER (1954), die in einem Zeitraum von 11 Jahren (1926 bis 1936) insgesamt 826 Verletzungen der Handwurzel aufweist. Im gleichen Zeitraum waren in derselben Klinik 1251 Brüche und Epiphysenlösungen am peripheren Radiusende behandelt worden. In einem 3-jährigen Zeitraum (1942 bis 1944) beobachteten KELLAM und MOGOEY bei 9500 Patienten 192 Verletzungen der Handwurzel. Bei einem jährlichen Durchgang von etwa 50000 Verletzten beobachtete MOTTA in den Jahren 1946 bis 1960 im Bochumer Bergmannsheil 34 perilunäre Luxationen. KOCH berichtet 1969 über 8 perilunäre Luxationen unter 120000 Verletzten aller Schweregrade. Bereits an dieser Stelle sei bemerkt, daß die Diagnose der knöchernen Verletzung der Handwurzel aber trotz der verfeinerten Technik leicht übersehen wird und in der Hauptsache von demjenigen gestellt wird, der sich der Möglichkeit und der Erscheinungsform dieser Verletzung bewußt ist und entsprechend auf sie achtet.

Die relative Häufigkeit der Frakturen einzelner Handwurzelknochen stellt sich bei den einzelnen Autoren sehr verschieden dar. Die einzige Ausnahme bilden die Frakturen des Os naviculare, welche in allen Arbeiten und Veröffentlichungen der Häufigkeit nach an erster Stelle stehen. Diese Häufigkeit wird aber in ihrem relativen Ausmaß sehr verschieden angegeben. Bezogen auf die Frakturen der Handwurzel geben EBERMAYER (1908) 45 %, BÖHLER (1954) 68 % und KELLAM und MOGOEY (1945) 83 % an. Eine Angabe über die Häufigkeit aus dem eigenen Krankengut kann nicht gemacht werden, da die reinen Frakturen des Naviculares per definitionem aus dieser

Arbeit ausgeschlossen sind. Die fünf Naviculare-frakturen dieser Arbeit werden daher auch nur im Zusammenhang mit zusätzlichen Verrenkungen oder Frakturen, meist der transnaviculären perilunären Luxation besprochen.

Da die reinen Naviculare-frakturen in diesem Krankengut nicht aufgeführt sind, ist es im Sinne der statistischen Validität notwendig, die relative Häufigkeit der Frakturen der übrigen Handwurzelknochen von den Naviculare-frakturen unabhängig zu machen. Sie wird daher auf die Zahl der Handwurzelfrakturen mit Ausnahme derer des Naviculares bezogen. Die im weiteren genannten Prozentangaben sind in diesem Sinne zu verstehen.

In der Reihenfolge ihrer relativen Häufigkeit der verbleibenden Frakturen ohne die des Naviculare benennt BÖHLER (1954) dann die des Triquetrums mit 53 %, des Pisiforme mit 11 %, des Lunatums und Trapeziums mit je 10,5 %, des Hamatums mit 9 %, des Capitatums mit 3,5 % und des Trapezoideums mit 3 %. Ebenfalls am häufigsten ist die Fraktur des Triquetrums bei KELLAM und MCGOEY (1945) mit 36 %, gefolgt von Frakturen des Trapeziums (13 %), des Capitatums (10 %), des Lunatums (7 %), des Trapezoideums und des Pisiforme (je 3,5 %). EBERMAYER (1908) fand in seinem Krankengut nach den Naviculare-frakturen die Frakturen des Lunatums am häufigsten. Die relative Häufigkeit der Lunatumfrakturen betrug bei ihm 50 %. Außerdem fand er in 31 % Triquetrumfrakturen, Frakturen des Pisiforme in 12,5 % und eine Fraktur des Capitatum (6,5 %). In diesem Krankengut beträgt die relative Häufigkeit der Hamatumfrakturen 27 %, die der Frakturen des Triquetrums und des Trapeziums je 21 %, des Capitatums 18 %, des Lunatums 9 % und die des Trapezoideums 3 %.

Abb. 7: Verschiedene schematische Bilder des gebrochenen und komprimierten Lunatums von seitlich und von vorne (nach SCHNEK, 1930).

VII. Systematik der Handwurzelverletzungen

Schon aus diesen Statistiken ist abzuleiten, daß es mit Ausnahme der Fraktur des Naviculare eine "Frakturneigung" eines bestimmten Handwurzelknochens nicht gibt. Eine weitere Schwierigkeit bei der Erstellung solcher Statistiken liegt darin, daß es reine Luxationen oder reine Frakturen in isolierter Form nur selten gibt und daß die Kombination verschiedener einzelner Luxationen und Frakturen in der Handwurzel eigentlich der Regelfall ist.

Es ist daher notwendig, eine Systematik zu erstellen, die auf der einen Seite alle Möglichkeiten einer isolierten Fraktur bzw. einer Luxation eines Handwurzelknochens erfaßt, auf der anderen Seite aber auch komplexe Verletzungen, sowie bestimmte Verletzungstypen, wie sie besonders bei den Luxationen vorkommen, nicht unberücksichtigt läßt. Eine solche Systematik, die auch Überschneidungen zu vermeiden sucht, ist im folgenden aufgestellt.

Obwohl diese Systematik nicht sämtliche Möglichkeiten von Verletzungen der Handwurzel erfassen kann, erscheint sie mir dennoch die geforderte Differenzierung weitestgehend erfüllen zu können:

A FRAKTUREN

a) isolierte Fraktur eines Handwurzelknochens
   1. Lunatum
   2. Triquetrum
   3. Trapezium
   4. Trapezoideum
   5. Capitatum
   6. Hamatum
   7. Pisiforme

b) Frakturen mehrerer Handwurzelknochen

B LUXATIONEN

a) uncharakteristische Einzelluxationen
   1. Pisiforme
   2. Trapezoideum
   3. Trapezium
   4. Naviculare
   5. sonstige Einzelluxationen

b) komplexe Luxationen
   1. Luxatio radiocarpalis
   2. Luxatio intercarpalis
   3. traumatische Spalthand
   4. perilunäre Luxationen

C LUXATIONSFRAKTUREN

a) perilunäre Luxationen mit zusätzlichen Frakturen anderer Handwurzelknochen
b) Hamatumfraktur mit Luxation des Pisiforme
c) uncharakteristische Luxationsfrakturen

VIII. Die Verletzungen der Handwurzel

A DIE FRAKTUREN

a) Isolierte Frakturen eines einzelnen Handwurzelknochens

In der Literatur sind isolierte Frakturen jedes einzelnen Handwurzelknochens beschrieben worden, in dem hier untersuchten Krankengut fanden sich isolierte Frakturen des Lunatum, Triquetrum, Trapezium, Capitatum und Hamatum.

1. Lunatumfrakturen:

Die relative Häufigkeit der Frakturen des Lunatums liegt unter Nichtberücksichtigung der Naviculare frakturen im Bereich von 10 %. So fand BÖHLER (1954) bei 203 Handwurzelfrakturen 21 Lunatumfrakturen. KELLAM und MCGOEY (1945) fanden bei 30 Fällen 2 Lunatumfrakturen und EBERMAYER (1908) fand in 16 Fällen 8. SCHNEK (1930) ist der Ansicht, daß bei Einbeziehung der oft übersehenen Abrisse aus dem Hinterhorn die Lunatumfrakturen den Naviculare frakturen zahlenmäßig gleichkommen. In diesem Krankengut fanden sich 3 Frakturen des Lunatums, was einer relativen Häufigkeit von 9,1 % entspricht.

Bei Lunatumfrakturen unterscheidet man zwischen Frakturen des Mondbeinkörpers und Abrissen aus dem Mondbeinvorderhorn bzw. Mondbeinhinterhorn (Abb. 7). Die Ausrisse aus dem Hinterhorn stellen den bei weitem überwiegenden Anteil dar. Von BÖHLERS 21 Lunatumfrakturen waren nur drei Frakturen des Korpus und nur zwei Ausrisse des Mondbeinvorderhorns. In dem hier untersuchten Krankengut findet sich eine Korpusfraktur durch eine Schußverletzung (Fall 8).

Differentialdiagnostisch müssen die Mondbeinkörperfrakturen gegen die von KIENBÖCK (1910) beschriebene Malazie des Lunatums abgegrenzt werden, die sich im Anfangsstadium als Querfraktur zeigen kann. Dies wird besonders deutlich bei den von EBERMAYER (1908) vorgestellten Fällen, bei denen er

eine "fleckige Aufhellung" und eine Verminderung der Masse des Lunatums durch "Resorptionsvorgänge" beschreibt.

Die Bruchlinie der Körperfrakturen des Lunatums können sich in zahlreichen Varianten darstellen, auffälliger ist aber gewöhnlich eine Höhenverminderung in proximodistaler Richtung. Eine eindeutige anatomische Abgrenzung der Korpusfrakturen zu den Ausrißfrakturen des Hinterhorns besteht nicht. Letztere sind in der lateralen Ansicht des Handgelenkes als Abtrennungen von rundlicher, schalenförmiger oder dreieckiger Gestalt zu sehen, die deutlich von der Hauptmasse des Lunatums getrennt sind.

Nach BONNIN und GREENING (1943), die bei 100 Handgelenksverletzungen 2 Hinterhornausrisse sahen, wird allerdings die Häufigkeit dieser Ausrisse bei weitem überschätzt. Ihrer Meinung nach besteht in den meisten Fällen eine Verwechslung mit Frakturen des Os triquetrum: "Eine leichte Schrägansicht bringt den Schatten des Triquetrums etwas über den des Lunatums und erlaubt eine Unterscheidung. Die intakte Kontinuität des hinteren Pols des Lunatums ist auf der lateralen Ansicht, bei der das Handgelenk in einer Mittelstellung zwischen Abduktion und Adduktion steht, durch eine feine Linie seiner kompakten Schicht zu erkennen, die einen hemisphärischen Schatten wirft, der den in einem Abstand von ca. 1,5 - 2 cm parallel verlaufenden, bogenförmigen Schatten des hinteren Naviculare pols umfaßt. Wenn man sieht, daß die kompakte Schicht des Lunatums kurz vor dem Ende des Naviculares aufhört, ist eine Fraktur des Mondbeinhinterhornes wahrscheinlich."

Den Entstehungsmechanismus der Lunatumfrakturen beschreibt EBERMAYER (1908) als ein Einklemmen des Lunatums zwischen Capitatum und Radius, wodurch es dann bei Überstreckung "wie eine Nuss" zerquetscht werden kann. Er folgert daraus, daß die isolierte Lunatumfraktur stets ein Kompressionsbruch ist. Das Lunatum liegt exakt im Verlauf der Achse des Handmittelstrahles, die vom Unterarm über Lunatum und Capitatum auf den 3. Fingerstrahl übertragen wird. Die von den Metacarpa-

lia her einwirkende Kraft, z. B. durch das Abstützen bei einem Sturz, wird vom Capitatum auf das Lunatum übertragen. Diese Theorie bestätigen auch die häufig auftretenden Begleitverletzungen, die im Verlauf dieser Achse liegen: Längsfrakturen des 3. Metacarpus, Capitatumfrakturen, Längsfrakturen des Radius.

Für die Art der Fraktur des Lunatums ist die Stellung der Hand von ausschlaggebender Bedeutung. Bei einer Abduktion der Hand nach ulnar oder radial weicht das Lunatum aus der besprochenen Mittelachse heraus und verschiebt sich leicht in die entgegengesetzte Richtung. Bei radialer Abduktion steht es also direkt in der Mitte zwischen Ulna und Radius. Diese beiden Unterarmknochen sind aber nur durch elastische Bänder und nicht auf knöcherne Art miteinander verbunden, woraus eine gewisse Längsverschieblichkeit der beiden Knochen gegeneinander resultiert. Bei einem plötzlichen Einwirken einer längsgerichteten Kraft auf die Hand kommt es durch diese Längsverschieblichkeit zu einem Vorspringen des Ulnaköpfchens gegenüber dem Radius. Dadurch wird die dem Ulnaköpfchen gegenüberliegende Lunatumecke einfach abgeschert (Abb. 8). Ist die Hand nach ulnar abduziert, so verläuft die Haupt-

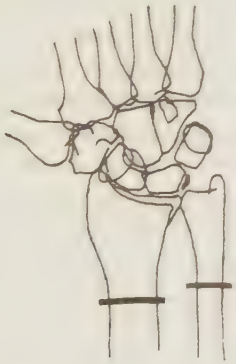

Abb. 8: Entstehung der Lunatumfraktur an der proximoulnaren Ecke durch Stoßwirkung des Capitulum ulnae nach SCHNEK (1930).

längsachse mehr durch den radialen Anteil des Lunatums und aus der Gewalteinwirkung entsteht entweder eine Kompressionsfraktur des Mondbeinkörpers oder aber eine Absprengung der höchsten distoradialen Lunatumecke.

Der so häufige Abriß des Mondbeinhinterhornes kann auf zwei Wegen zustande kommen. Im einen Fall wird bei extremer Streckung des Handgelenkes das Cornu posterius zwischen der dorsalen Radiuskante eingeklemmt und abgeschert. SCHNEK (1930) sieht hierbei eine Beziehung zur Konsolenform des Radius. Die andere Entstehungsmöglichkeit setzt einen sehr starken Bandapparat voraus. Durch das Lig. radiolunatum dorsale wird dabei bei extremer Beugung des Handgelenkes ein Stück des Knochens abgerissen.

Bei manchen "Distorsionen" des Handgelenkes ist nach zwei Wochen eine Verknöcherung im Bandbereich zu sehen, während auf den primären Aufnahmen diese nicht nachweisbar ist. In diesem Fall handelt es sich aber nicht um eine Abrißfraktur des Hinterhornes, sondern um einen Abriß des Lig. radiolunatum mit sekundärer Verknöcherung von mitabgerissenen Periostanteilen.

Die Symptomatik einer Lunatumfraktur besteht zunächst einmal in der allgemeinen Symptomatik aller Handwurzelverletzungen, wie plötzlich einsetzenden, heftigen Schmerzen, Schwellung und Funktionseinschränkung des Handgelenkes. In der Anamnese findet sich meist ein adäquates Trauma, wobei auf das sofortige Einsetzen der Beschwerden geachtet werden sollte. Ein wichtiger diagnostischer Hinweis ist bei Frakturen des Mondbeinkörpers der Schmerz bei Druckanwendung in der Längsachse des Mittelfingers, bzw. des 3. Mittelhandknochens. Infolge der Höhenverminderung des Lunatums bei Kompressionsverletzungen kann das 3. Mittelhandköpfchen bei geschlossener Faust gegenüber den beiden angrenzenden etwas zurückstehen. Eine umschriebene Druckschmerzhaftigkeit findet sich bei Kompressionsfrakturen an beiden Seiten des Gelenkes, während die Druckschmerzhaftigkeit bei Ausrissen des Hinterhornes nur auf der dorsalen Seite zu finden ist.

Die exakte Diagnosestellung allerdings wird einzig und allein durch das Röntgenbild ermöglicht, wobei die Abgrenzung zu einer pathologischen Lunatumfraktur sehr schwierig werden kann. Die Unterscheidung zu Triquetrumfrakturen wurde bereits erwähnt. Entsprechend dem geschilderten Entstehungsmechanismus ist eine Längsfraktur des Radius ein Hinweiszeichen auf eine diskrete Kompressionsfraktur des Lunatums.

Die Behandlung einer isolierten Lunatumfraktur wird in den allermeisten Fällen ambulant durchgeführt, die Notwendigkeit einer stationären Therapie ergibt sich meist aus den zusätzlichen Verletzungen. Bei den Kompressionsfrakturen des Lunatums, d. h. wenn eine Verringerung des proximodistalen Durchmessers besteht, soll durch einen Längszug am Mittelfinger versucht werden, den notwendigen Raum für die Regeneration des Lunatums zu schaffen. Für diesen Zweck ist die Drahtfingerschiene nach BÖHLER, bei der eine Drahtextension durch die Fingerbeere des Mittelfingers mittels einer volaren Fingerschiene in mittlerer Beugehaltung und eines dorsalen Unterarmgipsverbandes gestützt wird. Durch diese Extension wird einerseits auch ein minimales Zurücksinken des Capitatums gegen den Radius vermieden. Auf der anderen Seite ist es möglich, die übrigen Finger frei zu bewegen, wodurch die Entwicklung einer Funktionseinschränkung der Finger im wesentlichen vermieden wird. Die für diese Regeneration notwendige Zeit hängt vom Ausmaß der Kompression ab. Zu berücksichtigen ist aber auch die relativ geringe Blutversorgung des Lunatums, so daß mit einer Fixationszeit von 5 - 6 Wochen gerechnet werden muß.

Bei den Frakturen der Mondbeinhinterhörner zielt die Ruhigstellung in erster Linie darauf ab, das Lunatum in Bezug zum Radius zu fixieren, um eine Wiederverknöcherung des Bandansatzes zu ermöglichen. Aus diesem Grunde wird wie bei den Korpusfrakturen ohne Kompression eine einfache dorsale Gipsschiene angelegt, die von den Mittelhandköpfchen bis zum Ellbogen reicht. Das Handgelenk befindet sich dabei in gestreckter Stellung. Eine Fixierung von 2 - 3 Wochen ist in

den meisten Fällen ausreichend, manchmal bleibt die Verknöcherung auch aus, ohne daß dadurch anhaltende Beschwerden entstehen.

Unter den drei Lunatumfrakturen dieser Serie sind zwei isolierte Frakturen des Mondbeinhinterhornes. Beide Patienten waren gestürzt und hatten den Sturz mit der Hand aufgefangen. Dieser Unfallmechanismus spricht demnach für ein Abscheren des Hinterhornes durch Capitatum und Radius. Die Behandlung erfolgte in beiden Fällen ambulant durch Immobilisation des Handgelenkes. Diese Immobilisation erfolgte einmal für die Dauer von 4 Wochen in einem Light-Cast-Verband (Fall 9), beim zweiten Patienten in dorsaler Unterarmgipsschiene für 10 Tage (Fall 10). Die Arbeitsunfähigkeit dauerte im ersten Fall 4 Wochen, im zweiten Fall 5 Wochen. Beide Patienten waren danach beschwerdefrei.

Während der erste Patient (Fall 9, Arzt) wegen einer beruflichen Veränderung nicht nachuntersucht werden konnte, wurde der zweite Patient (Fall 10) nach einem Zeitraum von 26 Monaten nachuntersucht. Er arbeitete nach wie vor als Maurer und belastete sein Handgelenk ohne jede Einschränkung. Es bestanden keine Schmerzen oder Sensibilitätsstörungen. Die grobe Kraft und die Beweglichkeit des Handgelenkes waren seitengleich. Im dritten Fall (Fall 8) war die Lunatumfraktur mit einer Fraktur des Hamatums kombiniert. Sie wird daher an anderer Stelle besprochen.

Obwohl die Prognose der Ausrisse des Hinterhornes in den beiden hier beschriebenen Fällen sehr gut gewesen ist, ist SCHNEK (1930) der Ansicht, daß die Prognose der Lunatumfrakturen, wobei er wahrscheinlich die Frakturen des Korpus meint, eine ernstzunehmende sei, da das Lunatum an allen Bewegungen des Handgelenkes teilnimmt und sich somit auch kleinste Artikulationsstörungen bemerkbar machen.

2. Triquetrumfrakturen:

In den Statistiken von BÖHLER (1954) und KELLAM und MCGOEY (1945) stehen die Frakturen des Triquetrums mit 53 % bzw.

36 % an erster Stelle. Bei EBERMAYER (1908) waren sie mit 31,3 % und in diesem Krankengut zusammen mit den Trapeziumfrakturen mit je 21 % am zweithäufigsten. Bei der Durchsicht der Röntgenbilder von 1000 Handgelenken fand EILERS (1927) 4 Frakturen und BLUMER (1922) fand unter 270000 Unfällen ebenfalls 4 Frakturen des Os triquetrum. 1911 berichtete NAST-KOLB, daß er bei 95 Radiusfrakturen zweimal eine zusätzliche Fraktur des Triquetrums fand.

Während die meisten Autoren (BONNIN und GREENING, 1943, SCHNEK, 1930, MEYER-LAACK, 1951, BARTONE und GRIECO, 1956) die Triquetrumfrakturen in Kompressions- und Abrißfrakturen unterteilen, folgert EBERMAYER (1908) aus der Tatsache, daß die Ligg. interossea zwischen Lunatum und Triquetrum nur schwach angelegt sind, einen reinen Kompressionsmechanismus. Nach seiner Meinung geschieht diese Kompression durch das Pisiforme und Hamatum auf der einen und durch die Ulna auf der anderen Seite. Diese Ansicht über die Entstehung der Kompressionsfrakturen wird von BONNIN und GREENING (1943) geteilt, die bei ulnarer Deviation der Hand ein Einklemmen des Triquetrums zwischen Ulna bzw. Radius und Hamatum und bei Dorsalflexion ein Einklemmen zwischen Pisiforme und Ulna beschreiben. Die Fraktur der radialen Ecke des Triquetrums halten sie aus den von EBERMAYER (1908) erwähnten Gründen nicht für eine Abrißfraktur, sondern für die Folge eines "Anstoßens dieser Knochenecke gegen die mediale Kante des Radius, während der Rest des Knochens durch den dreieckigen Faserknorpel gepolstert wird." Im Gegensatz zu EBERMAYER (1908) beschreiben sie aber auch Ausrissfrakturen. Diese beziehen sich auf den dorsalen Höcker des Triquetrums, an dem die nach proximal und distal gerichteten dorsalen Bänder des Handgelenkes angeheftet sind. Bei der palmaren Handgelenksflexion neigen diese Bänder dazu, über die Oberfläche des Knochens zu rutschen. Diese tangentiale Bewegung wird aber durch die Anheftung am hinteren Höcker verhindert, was dann gelegentlich zu einem Abriß dieses Höckers führt. Im eigentlichen Sinne ist diese Fraktur dann also durch eine Abscherung verursacht. BARTONE und GRIECO (1956), die innerhalb von 4 Jah-

ren bei 2500 Handgelenksuntersuchungen 47 Triquetrumfrakturen entdeckten, unterscheiden zwar nicht zwischen Kompressions- und Abrißfrakturen, sondern zwischen Frakturen des Knochenkörpers und Frakturen des Triquetrumrückens. Bei der Art des Unfalles nannten sie einmal einen Sturz mit gewaltsamer Volar- bzw. Dorsalflexion, zum anderen einen direkten Stoß und drittens Verletzungen im Zusammenhang mit plötzlichem Widerstand gegen rotierende Bewegungen des Handgelenkes. Sie waren aber nicht in der Lage, den zugrunde liegenden Mechanismus im Detail zu erkennen. Daß die Ausrißfrakturen vornehmlich auf der dorsalen Seite des Triquetrums, d. h. vom dorsalen Höcker vorkommen, geht auch aus den Ausführungen von MEYER-LAACK (1951) hervor, der sich auf die an Leichenhänden durchgeführten Versuche FISCHERS (1917) beruft. Danach wird durch Anspannung des Lig. radiocarpeum dorsale ein Knochenstück aus der dorsalen Oberfläche des Triquetrums herausgerissen.

Die Symptomatik der Frakturen des Os triquetrum ist wie bei vielen Verletzungen der Handwurzel sehr uncharakteristisch. Aus den Erläuterungen über den Entstehungsmechanismus läßt sich in der Anamnese ein mehr oder weniger starkes Trauma mit plötzlich auftretenden Beschwerden ableiten. Eine gewisse Spezifität bietet die Druckschmerzhaftigkeit über dem Hypothenar (MEYER-LAACK, 1951, SCHNEK, 1930). Die Bewegungseinschränkung ist oft nur geringgradig ausgeprägt und die radiale Deviation und die palmare Flexion soll nach BONNIN und GREENING (1943) am schmerzhaftesten eingeschränkt sein.

Die entscheidende diagnostische Maßnahme ist bei diesen Frakturen das Anfertigen schräger Handgelenksaufnahmen in halber Supination. Auf die differentialdiagnostische Abgrenzung zu den Lunatumfrakturen wurde bereits hingewiesen.

Die Therapie der reinen Triquetrumfrakturen ist ausschließlich konservativ und besteht in einer 3 - 6 wöchigen Immobilisation mit anschließender physiotherapeutischer Behandlung. BARTONE und GRIECO (1956) behandelten klinisch

leichtere Fälle mit einem elastischen Stützverband und gleichzeitiger Physiotherapie. Eine ähnliche Therapie wurde auch in einem Fall dieser Serie (Fall 21) durchgeführt. Bei Triquetrumfrakturen mit zusätzlichen Verletzungen innerhalb der Handwurzel wird die Behandlung durch diese zusätzlichen Verletzungen bestimmt. Für die Dauer der Immobilisationsbehandlung ist es bedeutungsvoll, daß eine klinische und funktionelle Wiederherstellung eintritt, lange bevor man röntgenologisch eine knöcherne Verbindung nachweisen kann. Es werden auch pseudarthrotische Ausheilungen beschrieben, die keinerlei Behinderung mit sich brachten (MEYER-LAACK, 1956). Aus diesem Grunde ergibt sich für die isolierten Triquetrumfrakturen eine überwiegend günstige Prognose, allerdings besteht auch die Möglichkeit einer nachfolgenden Arthrosis deformans. NAST-KOLB (1911) berichtet über den Fall einer ulnaren Absprengung mit zusätzlicher Radiusfraktur, bei dem das Handgelenk nach 3 Monaten fast völlig versteift war. Über die Art der Behandlung erwähnt er allerdings nichts.

In dem hier untersuchten Krankengut fanden sich insgesamt 7 Frakturen des Triquetrums. Von diesen 7 Frakturen hatten 3 Patienten, über die an anderer Stelle berichtet wird, zusätzliche Verletzungen im Bereich der Handwurzel. Die restlichen 4 isolierten Triquetrumfrakturen waren alle durch einen Sturz auf die Hand entstanden und sind alle ambulant behandelt worden. Eine Verletzung der Haut bestand in keinem Fall und alle Patienten stellten sich noch am Tage des Unfalles im Bergmannsheil vor. Die konservative Behandlung in dorsaler bzw. einmal in volarer Unterarmgipsschiene dauerte in drei Fällen 4 Wochen (27,29 und 32 Tage). Im vierten Fall (Fall 21) - die Patientin war freiberufliche Steuerberaterin - nur 7 Tage mit nachfolgender Stütze durch einen elastischen Verband. In allen Fällen wurde nach der Immobilisation eine Bewegungstherapie durchgeführt und einmal schloß die dorsale Gipsschiene auch die Langfinger mit ein. In dem Fall der Steuerberaterin und in einem anderen Fall (Techniker, Fall 26) bestand keine Arbeitsunfähigkeit, in den beiden anderen Fällen (Fälle 22 und 25) betrug diese 6 bzw. 8 Wochen; eine

spätere Arbeitsunfähigkeit, die auf die Handwurzelverletzung zurückzuführen ist, bestand nicht.

Beim Abschluß der Behandlung klagte kein Patient über irgendeine Beeinträchtigung im Bereich des Handgelenkes. Obwohl alle Patienten zur Nachuntersuchung einbestellt wurden, ist keiner von ihnen erschienen. Durch die Beantwortung eines nachträglich zugesandten Fragebogens können in drei Fällen Aussagen über Spätergebnisse gemacht werden. Die Zeitspanne zwischen Unfall und Beantwortung dieses Fragebogens betrug 14, 22 und 25 Monate. In diesen Fragebögen wurde die Frage nach heutigen Beschwerden immer verneint. Eine Minderung der Erwerbsfähigkeit bestand in keinem Fall der 4 Patienten mit isolierter Fraktur des Os triquetrum.

3. Trapeziumfrakturen:

Obwohl Frakturen des Os trapeziums nicht zu den typischen Verletzungen der Handwurzel gehören, sind sie dennoch nicht ungewöhnlich. BÖHLER (1954) nennt in seiner Statistik 21 Frakturen (10 %), und KELLAM und MCGOEY (1945) fanden vier Frakturen (13 %). Unter den hier vorgestellten Fällen fanden sich 7 Frakturen, was einer relativen Häufigkeit von 21 % entspricht. CORDREY und FERRER-TORRELS (1960) fanden bis 1960 in der Weltliteratur 75 Frakturen des Trapeziums, davon waren 39 isolierte Frakturen.

Als Ursache dieser Frakturen wurde zur einen Hälfte die Einwirkung einer direkten Gewalt beschrieben und zur anderen Hälfte ein Sturz auf die hyperextendierte Hand. Letzteres konnte von mir nicht beobachtet werden. Beim Versuch, Trapeziumfrakturen an Leichenhänden experimentell hervorzurufen, beobachteten KINDL (1910) und DESTOT (1925) beim Einwirken einer axialen Gewalt über den Daumenstrahl, daß gewöhnlich eine Fraktur des Daumens oder der hinteren Radiuskante resultierte. Bei ähnlichen Versuchen an Leichenhänden konnten JEANNE und MOUCHET (1919) und MANON (1924) jedoch aufzeigen, daß das Trapezium bei radial abduzierter Hand zwischen der Basis des 1. Mittelhandknochen und dem radialen Styloid ein-

geklemmt wird. Für diesen Mechanismus spricht auch die Tatsache, daß die erwähnte Begleitverletzung des 1. Mittelhandknochens bei der Gewalteinwirkung längs des Daumenstrahls - meist als BENNETT'sche Fraktur - in der Regel ohne Trapeziumfraktur vorkommt. Allerdings sollte man hierbei auch an das häufige Nichterkennen der Trapeziumfraktur denken. CORDREY und FERRER-TORRELS (1960) fanden bei den von ihnen beschriebenen Fällen oft die Anamnese eines direkten Schlages gegen die radiodorsale Seite des Handgelenkes, gingen auf diesen Mechanismus aber nicht näher ein.

Die klinischen Befunde dieser Fraktur beziehen sich neben einem möglichen Druckschmerz über der Tabatière im wesentlichen auf die Funktion dieses Handwurzelknochens. Da dieser Knochen mit seiner gelenkigen Verbindung zum 1. Mittelhandknochen die Opposition des Daumens ermöglicht, und für die Beweglichkeit des Handgelenkes nur eine untergeordnete Rolle spielt, sind Einschränkungen der Handgelenksbeweglichkeit oft nur geringgradig vorhanden. Die Beeinträchtigung der Opposition des Daumens und Druckschmerzhaftigkeit in der Längsrichtung des Daumenstrahles sind aber schon recht charakteristisch. Eine Deformität findet sich fast nie und die Schwellung ist oft nur diskret.

Bei der röntgenologischen Untersuchung des Trapeziums ergeben sich wegen der zahlreichen Überlagerungen durch andere Handwurzelknochen einige Schwierigkeiten. So wird das Trapezium in der anterioposterioren Richtung von der Basis des 2. Metacarpale und dem Trapezoideum überlagert und die streng laterale Ansicht zeigt nur die radialen Dreiviertel, während das ulnare Viertel durch den Hamulus ossis hamati verdeckt wird. "Die befriedigendste Projektion ist eine schräge Ansicht, bei der die ulnare Handkante der Kassette aufliegt und der Unterarm um etwa 20 Grad proniert ist" (CORDREY und FERRER-TORRELS, 1960). Eine sichere Projektion des volaren Höckers des Trapeziums ist nicht möglich. Diese diagnostischen Schwierigkeiten sind möglicherweise ein Grund für das seltene Erkennen dieser Fraktur. Das Vorhandensein einer

BENNET'schen Fraktur sollte daher ein Anlaß sein, besonders auf das gleichzeitige Vorliegen einer Trapeziumfraktur zu achten. Es ist auffallend, daß CORDREY und FERRER-TORRELS (1960) innerhalb von sechs Jahren fünf Trapeziumfrakturen finden konnten, nachdem sie intensiver nach dieser Fraktur gesucht hatten.

Die Behandlung der Trapeziumfrakturen ist teilweise konservativ. Abweichend von der Behandlung der bisher beschriebenen Handwurzelverletzungen ist bei den Frakturen des Trapeziums eine dorsale bzw. volare Gipsschiene nicht ausreichend. Auf Grund der Funktion des Sattelgelenkes zwischen Trapezium und dem 1. Metacarpale für die Beweglichkeit des Daumens ist eine exakte Immobilisierung nur im sogenannten Kahnbeingips möglich. Die durchschnittliche Verknöcherungszeit beträgt 5 Wochen. CORDREY und FERRER-TORRELS (1960) behandelten ihre 5 Querfrakturen mit Verschiebung ausschließlich operativ. Dabei stellten sie sich das Trapezium und den Gelenkspalt zum 1. Mittelhandknochen durch einen horizontalen, radiodorsal gelegenen Einschnitt dar und bohrten einen Kirschnerdraht in das radiale Fragment ein, um dies besser reponieren zu können. Bei anatomisch guter Reposition wurde dann ein zweiter Draht durch beide Fragmente, und danach der erste Draht auch in das ulnare Fragment eingebohrt. Nach Wundverschluß erfolgte die 6-wöchige Immobilisation.

Während KELLAM und MCGOEY (1945) bei der konservativen Methode, sowie CORDREY und FERRER-TORRELS (1960) bei ihrer inneren Fixierung gute Ergebnisse beobachteten konnten, betonte SCHNEK (1930) die hohe nachfolgende Minderung der Erwerbsfähigkeit. Der Vorteil der inneren Fixierung liegt in der relativ früh möglichen Mobilisierung, was besonders für die Beweglichkeit des Daumens von großer Bedeutung ist.

Von den 7 Frakturen des Trapeziums, die zwischen 1968 und 1977 im Bergmannsheil beobachtet wurden, war die Fraktur in Bezug auf die Handwurzel dreimal isoliert. Zwei dieser isolierten Frakturen waren durch zusätzliche Frakturen von Metacarpalia kompliziert, so daß eine isolierte Trapeziumfrak-

tur im eigentlichen Sinne nur einmal beobachtet werden konnte. Da die Mittelhandbrüche aber nicht Gegenstand dieser Arbeit sind, werden an dieser Stelle alle drei in der Handwurzel isolierten Frakturen vorgestellt. Die Verletzung war in allen drei Fällen durch eine Quetschung des Handgelenkes hervorgerufen worden. Aus der Lokalisation der Hautverletzungen ist zu folgern, daß es sich um Quetschungen in dorsovolarer Richtung gehandelt hat.

Die Begleitverletzungen waren im ersten Fall (Fall 2) eine Längsfraktur des 1. Mittelhandknochens mit Absprengung eines Bruchstückes im proximalen Gelenkanteil, sowie Frakturen des 2. und 3. Mittelhandknochens. Diese Mittelhandknochen wurden sofort operativ durch Kirschnerdrähte fixiert, danach erfolgte die Immobilisation auf einer langen dorsalen Gipsschiene. Eine operative Versorgung der Trapeziumfraktur war nicht notwendig. Da der anschließende Verlauf durch mehrere Hauttransplantationen kompliziert wurde, kann eine gültige Aussage über die Dauer und die Ergebnisse der Behandlung in Bezug auf das Trapezium nicht gemacht werden. In dem zweiten Fall (Fall 36) bestand eine zusätzliche Fraktur des 3. Mittelhandknochens. Die Behandlung dieses Falles und des Falles der vollständig isolierten Trapeziumfraktur (Fall 35) erfolgte konservativ durch eine Immobilisation von 28 bzw. 43 Tagen. Die Dauer des stationären Aufenthaltes betrug 27 bzw. 13 Tage, die Dauer der Arbeitsunfähigkeit 12 bzw. 14 Wochen.

Eine Nachuntersuchung konnte im einen Fall aus entfernungstechnischen Gründen nicht erfolgen, und im anderen Fall war der Patient inzwischen verstorben. Dennoch können auf Grund eines nach einem Jahr erstellten Gutachtens und auf Grund des schon erwähnten Fragebogens, sowie der Auskunft der Hausärzte, Aussagen über die Spätergebnisse gemacht werden. Beim Behandlungsabschluß bestanden bei beiden Patienten noch deutliche Beeinträchtigungen, die sich im wesentlichen auf die Beweglichkeit des Daumens und eine allgemeine Schwäche des Handgelenkes bezogen. In beiden Fällen wurde zunächst eine Minderung der Erwerbsfähigkeit von 20 % anerkannt. Diese

Minderung wurde einmal im weiteren Verlauf auf Null reduziert - der Patient hat heute, d. h. nach 8 Jahren keinerlei Beschwerden mehr - beim anderen Patienten wurde die MdE nach 6 Monaten auf 10 % herabgesetzt. Er hatte ein Jahr nach der Verletzung noch eine verminderte Beweglichkeit im Daumengrund- und Sattelgelenk, sowie im Handgelenk. Der Faustschluß war möglich, die grobe Kraft jedoch rechts gegenüber der linken Seite eingeschränkt. Röntgenologisch war die Fraktur verknöchert, die Umrißzeichnung des Trapeziums verwaschen. Bei beiden Patienten betraf die Verletzung die Gebrauchshand.

4. Trapezoideumfrakturen:

Die Frakturen des Os trapezoideum gehören wohl mit zu den seltensten Frakturen der Handwurzel. In seinem 11-jährigen Beobachtungszeitraum fand BÖHLER (1954) nur 6 Trapezoideumfrakturen und bei KELLAM und MCGOEY (1945), sowie im eigenen Krankengut, kam diese Fraktur nur einmal vor.

Als Entstehungsmechanismus ist einerseits eine starke Dorsalflexion anzunehmen, was durch die häufig zusätzliche Radiusfraktur zu belegen ist, andererseits dürfte auch die Stauchung durch den 2. Mittelhandknochen eine Rolle spielen (SCHNEK, 1950). Eine weitere mögliche Ursache ist die schwere Quetschung des Handgelenkes, die aber dann zu komplexeren Verletzungen der Handwurzel führt. Dies war wohl die Ursache bei dem einzigen Fall dieser Serie, bei dem gleichzeitig Frakturen der gesamten distalen Handwurzelreihe vorlagen. Die Besprechung dieses Falles erfolgt daher an anderer Stelle.

Die Behandlung der isolierten Fraktur besteht in einer 3-wöchigen Immobilisation und bringt keine Dauerschäden mit sich.

5. Capitatumfrakturen:

Das Os capitatum ist der größte Knochen der Handwurzel. Seine längliche, wenn auch kräftige Form und die Taille in der Mitte scheinen es in ähnlicher Weise wie das Os naviculare manus für Frakturen zu prädisponieren. Es zeigt sich aber, daß die Häufigkeit der Capitatumfrakturen im Rahmen derer der anderen Handwurzelknochen liegt. BÖHLER (1954) sah 7 Capitatumfrakturen (3 %), KELLAM und MCGOEY (1945) drei Frakturen (10 %) und EBERMAYER (1908) nur eine. In dem hier untersuchten Krankengut fanden sich 6 Capitatumfrakturen (18 %). Der Unterschied in der Häufigkeit zu den Naviculare-frakturen wird auch von SNODGRASS (1937) bestätigt, der 144 Navicularefrakturen und nur 2 des Capitatums fand.

Erklärt wird diese Differenz durch die geschützte Lage des Capitatums innerhalb der Handwurzel. Während das Naviculare an der radialen Seite der Handwurzel in unmittelbarer Nähe des starren Processus styloideus radialis liegt, ist das Capitatum nur von Knochen umgeben, denen eine gewisse Eigenbeweglichkeit möglich ist. Capitatumfrakturen, die durch indirekte Gewalt entstehen, sind daher in der überwiegenden Anzahl mit Verletzungen anderer Handwurzelknochen vergesellschaftet. Die indirekte Gewalteinwirkung, z. B. bei einem Sturz, kann zu einer Capitatumfraktur führen, wenn bei dorsalflektierter und ulnar abduzierter Hand der Radius gegen den Kopf des Capitatums gepreßt wird. Aus dieser Gewalteinwirkung entsteht eine Volarluxation des Lunatums und bei weiterer Gewalteinwirkung eine Fraktur der dorsalen Radiuskante oder des Capitatums (ADLER und SHAFTAN, 1962). Bei dieser Erklärung des Frakturmechanismusses ist aber jede Capitatumfraktur mit einer Volarluxation des Lunatums verbunden, was nicht den Tatsachen entspricht. Ein konkreter Unfallmechanismus für die isolierten Capitatumfrakturen wird von den beiden Autoren nicht diskutiert, an Hand einer Zusammenstellung von 48 isolierten Frakturen stellten sie aber einen Sturz auf die Handfläche als häufigste Ursache fest.

Die meisten Frakturen waren quer. Für eine Korrelation

der verschiedenen Bruchtypen des Capitatum zu bestimmten Entstehungsmechanismen, die diese beiden Autoren versuchten, war nach ihrer Meinung ihr Material nicht umfangreich genug. Möglich war eine solche Korrelation bei einer Fraktur des Kopfes des Capitatums mit einer zusätzlichen transnaviculären perilunären Luxation, bei der das proximale Fragment um 180° verdreht war. Diese Verletzung - das Naviculo-Capitate-Fracture-Syndrome - wird aber an anderer Stelle besprochen.

Eine weitere Möglichkeit ist die Stauchungsfraktur, bei der die Gewalt über den 3. Fingerstrahl und die starke Syndesmose des Carpometacarpalgelenkes auf das Capitatum übertragen wird. KELLAM und MOSLEY (1945) erwähnen noch Ausrißfrakturen aus der dorsalen Oberfläche.

Die Capitatumfraktur wird von Schmerzen, Schwellung und Bewegungseinschränkung begleitet, der Faustschluß ist kraftlos. Von diesen Befunden ist die andauernde Schmerzhaftigkeit über dem Knochen von vielleicht größter Wichtigkeit. Bei der röntgenologischen Diagnostik ist bisweilen in der lateralen Ansicht eine Abknickung des Längsdurchmessers des Capitatums zu sehen, wobei der offene Winkel nach dorsal weist (SCHNEK, 1950). JAVE (1941) beschreibt die Möglichkeit, die Fraktur zu zeigen, während am Handgelenk ein Zug ausgeübt wird. ADLER und SHAFTAN (1962) empfehlen bei klinischem Verdacht mit fehlendem röntgenologischen Nachweis zunächst eine Ruhigstellung im Gipsverband und dann eine Kontrolluntersuchung nach weiteren zwei Wochen. Dieses Vorgehen, das bei der Diagnostik der Navicularefrakturen schon oft zum Erfolg geführt hat, würde nach ihrer Meinung die Relation zwischen der Häufigkeit der Navicularefrakturen und der Capitatumfrakturen verschieben.

Die Ansichten über die Behandlungsbedürftigkeit der Capitatumfrakturen sind sehr verschieden. SCHNEK (1950) hält eine Behandlung nur bei gleichzeitiger Fraktur des Lunatums oder des 3. und 4. Mittelhandknochens für notwendig, in diesem Fall empfiehlt er eine Drahtextension. ADLER und SHAFTAN (1962) hingegen machen eine falsche Behandlung infolge einer

nicht gestellten Diagnose für eine spätere Gebrauchsunfähigkeit im Sinne einer chronischen Handgelenksverstauchung verantwortlich. Die isolierten Capitatumfrakturen werden von ihnen konservativ mit einer Immobilisation für die Dauer von 3 - 6 Wochen behandelt. An diese Immobilisation schließt sich eine Bewegungstherapie an. Die Prognose sehen sie dann ebenfalls günstig. Es wurde auch die Behandlung durch Exstirpation des proximalen Capitatumfragmentes versucht (PERSCHL, 1949), das Ergebnis wurde aber als schlecht bezeichnet.

Von den 6 Frakturen des Capitatums dieser Serie waren nur 2 isoliert. Zweimal führte eine direkte Gewalteinwirkung zu multiplen Frakturen der Handwurzel, einmal zu einer traumatischen Spalthand mit Fraktur des Capitatums und in einem Fall zu einer Luxationsfraktur mit einer Luxation des Hamatums und des Naviculares. Bei den isolierten Frakturen war die Ursache einmal ein Sturz auf die Hand und im zweiten Fall führte bei einem Steinfall auf das Handgelenk die scharfe Kante eines eingesprengten Fremdkörpers zu einer Fraktur des Capitatums. In diesem Fall (Fall 27) erfolgte die Behandlung wegen einer zusätzlichen Strecksehnendurchtrennung des 4. Fingers und der notwendigen operativen Entfernung multipler kleiner Gesteinsstückchen aus der Wunde stationär. Nach der Sehnennaht und Wundversorgung wurde eine volare Unterarmgipsschiene in Funktionsstellung mit Einschluß der Langfinger angelegt. Nach 11 Tagen wurde der Gips in einen zirkulären Armgips geändert, der anläßlich eines zweiten stationären Aufenthaltes nach 28 Tagen entfernt wurde. Zu diesem Zeitpunkt zeigten die Röntgenaufnahmen der Handwurzel im Bereich des Capitatums noch eine unregelmäßige Knochenstruktur, wobei die Umrisse des Capitatums erhalten waren. Nach Einleitung der Übungsbehandlung wurde der Patient in die hausärztliche Weiterbehandlung entlassen. Eine Nachuntersuchung konnte nicht erfolgen, da der Patient nach Norddeutschland verzogen ist und von seinem Hausarzt sämtliche Unterlagen über den weiteren Verlauf nach dorthin mitgenommen hat. Bei dem zweiten Patienten (Fall 28) handelt es sich um eine kleine knöcherne Absprengung aus dem Capitatum. Diese wurde ambulant

durch einen kurzen volaren Unterarmgips behandelt. Die Röntgenaufnahmen bei der Gipsabnahme nach drei Wochen zeigten, daß sich das Fragment wieder angelagert hatte. Nach der Auskunft im Fragebogen hat der Patient 10 Monate nach dem Unfall keine Beschwerden mehr im Bereich des Handgelenkes.

6. Hamatumfrakturen:

Die häufigste Fraktur in dem hier untersuchten Krankengut war die Fraktur des Os hamatum. Insgesamt fanden sich 9 Fälle (27 %), dabei war die Fraktur viermal innerhalb der Handwurzel isoliert. Bei den anderen 5 Fällen war die Hamatumfraktur zweimal mit einer Luxation des Pisiforme und einmal mit einer Fraktur des Lunatums verbunden. Bei weiteren zwei Patienten lagen multiple Frakturen der distalen Handwurzelreihe vor. Diese Häufigkeit der Hamatumfraktur wird von anderen Autoren nicht angegeben. Die 18 Hamatumfrakturen, die BÖHLER (1954) sah, entsprechen einer relativen Häufigkeit von 9 %; EBERMAYER (1908) berichtet über eine und KELLAM und MCGOEY (1945) fanden keine Hamatumfraktur.

Kürzlich berichteten STARK et al. (1977) über 20 Frakturen des Hamulus ossis hamati, die sie innerhalb von 8 Jahren bei Profisportlern fanden. Für diese Frakturen konnten sie einen eindeutigen Unfallmechanismus nachweisen: Da das Griffende z. B. eines Tennisschlägers direkt über dem Hamulus liegt, kann es bei gelockertem Griff, oder wenn die zentrifugale Kraft des ausholenden Schlägers größer wird als die Kraft des Griffes, einen Druck auf den Hamulus ausüben, der zur Fraktur führen kann.

Für die Frakturen des Hamatumkörpers wird die Einwirkung einer starken Gewalt von allen Autoren in den Vordergrund gestellt. Nach der Auffassung von EBERMAYER (1908) überträgt das Hamatum bei einem Sturz auf die Hand den Stoß wie ein Puffer auf das Triquetrum, so daß dieses und nicht das Hamatum durch den Gegenstoß der Ulna gebrochen wird. Trotzdem sind in der Literatur auch Frakturen beschrieben, die auf einen Sturz zurückzuführen sind (ALBERS-SCHÖNBERG, 1908).

Die Frakturlinie soll nach MILCH (1934) bei den Korpusfrakturen immer von oben medial nach unten lateral verlaufen. Auf Grund der starken intercarpalen Bänder ist eine Verschiebung der einzelnen Fragmente bei Korpusfrakturen normalerweise geringgradig, bei Frakturen des Hamulus kann sie jedoch vorkommen. In einem solchen Fall ist es einerseits möglich, daß der abgebrochene Hamulus gegen die Beugesehnen des 4. und 5. Fingers drückt und so Bewegungsstörungen dieser Finger verursacht. Andererseits können aber auch der ulnar und distal der Basis des Hamulus verlaufende motorische Ast des N. ulnaris, sowie der oberflächlich in der Nähe der Spitze des Hamulus verlaufende sensible Ulnarisast betroffen werden.

Eine Symptomatik in diesem Sinne würde zusammen mit einer entsprechenden Anamnese einen eindeutigen Hinweis auf Frakturen des Hamulus ossis hamati geben. Charakteristisch für Korpusfrakturen ist ein eng umschriebener druckschmerznafter Bereich in der kleinen Grube zwischen den Sehnen des Extensor digiti quinti proprius und des Extensor digitorum communis (ALBERS-SCHÖNBERG, 1908, EBERMAYER, 1908, MILCH, 1934). Ebenso läßt sich bei Hamatumfrakturen durch Anwendung eines axialen Druckes über dem 3. und 5. Fingerstrahl ein Schmerz auslösen.

Während die Korpusfrakturen des Hamatums in der Regel keine Probleme bei der radiologischen Diagnostik bieten, ist der Hamulus ossis hamati, und damit auch seine Frakturen, wesentlich schwerer darzustellen. Dies ist möglich mit der von HART und GAYNOR (1941) beschriebenen Carpaltunnelansicht. Bei dieser Aufnahmetechnik läßt man den Patienten durch Zug an den Fingerspitzen mit der entgegengesetzten Hand das Handgelenk in maximaler Dorsalflexion halten. Den Zentralstrahl richtet man auf einen Punkt ungefähr 2,5 cm distal der Basis des 4. Metacarpale und winkelt die Röhre aus der langen Achse der Hand ca. 25° gegen die Horizontale ab. Man führt einige Belichtungen durch, wobei der Unterarm und die Hand in der geraden Ebene der Kasette um wenige Grade nach radial und ulnar gedreht werden, bis die Aufnahme eine klare Ansicht

des Hamatums erlauben und dies vom Pisiforme abzugrenzen ist (Abb. 9).

Die Therapie der Korpusfrakturen bietet bei sofortiger Immobilisation eine günstige Prognose. Es besteht auch die Möglichkeit einer verzögerten Verknöcherung bzw. einer pseudarthrotischen Ausheilung, was aber höchstens geringgradige funktionelle Störungen zur Folge hat (MILCH, 1934). Bei den Frakturen des Hamulus haben STARK et al. (1977) durch die Excision des Hamulus bei den Profisportlern, die alle zu ihrem Profisport zurückkehrten, gute Ergebnisse erzielt.

Die vier in der Handwurzel isolierten Hamatumfrakturen unseres Patientengutes waren in zwei Fällen von Frakturen der Mittelhandknochen begleitet und in einem Fall war die Strecksehne an der Ansatzstelle am 5. Finger abgerissen. Einmal war die Hamatumfraktur vollständig isoliert (Fall 6). Die Ursache war in drei Fällen eine direkte Gewalteinwirkung gegen das Handgelenk und im vierten Fall (Fall 3) hatte der Patient einen Autounfall erlitten und konnte sich an Einzel-

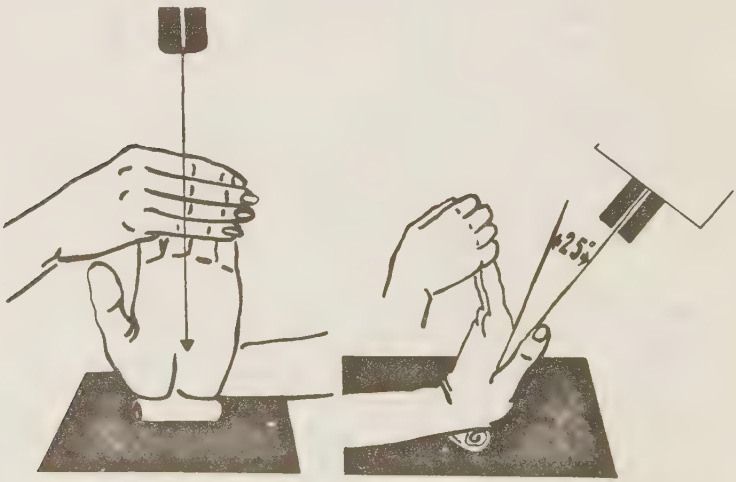

Abb. 9: Schematische Darstellung der Aufnahmetechnik bei der Carpaltunnelansicht nach STARK et al. (1977)

heiten nicht mehr erinnern. Wenn auch die Hamatumfraktur in diesem Fall erst nach 11 Tagen erkannt wurde, so war doch wegen der zusätzlichen Mittelhandfrakturen eine sofortige Immobilisation erfolgt, was auch bei den anderen Patienten der Fall war. Die Behandlung erfolgte immer stationär und dauerte 20, 20, 7 und 12 Tage, die Dauer der Ruhigstellung betrug 19, 34, 28 und 39 Tage.

Eine Nachuntersuchung war nur in einem Fall (Fall 7) möglich, in einem anderen Fall erhielt ich Auskunft über den Fragebogen (Fall 5). Die beiden anderen Patienten waren aber beim Abschluß der Behandlung beschwerdefrei bzw. bestanden im einen Fall noch leichte Bewegungsstörungen des Klein- und Ringfingers, auf Grund deren eine Minderung der Erwerbsfähigkeit von 20 % für die Dauer von drei Monaten anerkannt wurde. Der Patient, der den Fragebogen beantwortete, klagte heute - 10 Jahre nach dem Unfall - noch über Greifschwierigkeiten und Unterarmschmerzen. Veränderungen am Arbeitsplatz bzw. eine Minderung der Erwerbsfähigkeit bestanden nicht.

Bei dem nachuntersuchten Patienten lagen neben der Hamatumfraktur noch Frakturen der Mittelhandknochen 2 - 5 und des handgelenknahen Radius vor. Die Behandlung erfolgte ausschließlich konservativ durch Ruhigstellung für 39 Tage mit anschließenden Bewegungsübungen. Bei röntgenologischer Kontrolle zeigte sich die Hamatumfraktur zum Zeitpunkt der Gipsabnahme knöchern fest durchbaut. Die anfängliche Minderung der Erwerbsfähigkeit von 20 % wurde später auf 10 % reduziert. Bei der Nachuntersuchung nach sieben Jahren war die Dorsal- und Volarflexion gegenüber der anderen Seite um 10 Grad eingeschränkt, beim Faustschluß betrug der Abstand zwischen der Hohlhand und der Kuppe des vierten und fünften Fingers 1 cm. An subjektiven Beschwerden nannte der Patient ein Knacken im Handgelenk und Schmerzen bei starker Belastung. Röntgenologisch zeigte sich eine Verknöcherung des Gelenkspaltes zwischen Hamatum und Capitatum, sowie einige Knochensplitter im Gelenk zwischen dem Hamatum und dem vierten und fünften Metacarpale. Die genannten Beschwerden erscheinen hierdurch erklärbar.

7. Pisiformefrakturen:

Der kleinste Knochen der Handwurzel ist das in der proximalen Reihe ulnar gelegene Os pisiforme. Die Frakturen dieses Knochens sind nach MEYER-LAACK (1951) eine außerordentliche Seltenheit, während BÖHLER (1954) 22 Pisiformefrakturen beobachtete, d. h. mehr als Frakturen des Lunatums, Hamatums, Capitatums und der Multangula. Sie entstehen entweder durch direkte Gewalt, Schlag des ulnaren Handballens gegen eine vorspringende Kante oder indirekt durch Zugwirkung des M. flexor carpi ulnaris (PFAB, 1924). Die Frakturformen ähneln daher denen der Patellafrakturen.

Da das Pisiforme in die Sehne des Flexor carpi ulnaris eingebettet ist, diese also immer mitgeschädigt ist, fällt als Hauptsymptom eine radiale Ablenkung der Hand auf. Der röntgenologische Nachweis der Fraktur ist auf der dorsovolaren Aufnahme zu führen.

Die Therapie besteht in einer dreiwöchigen Immobilisation. Infolge der Zugwirkung des Flexor carpi ulnaris kann die Verknöcnerung aber sehr verzögert sein, insbesondere bei Querfrakturen. So kann bei persistierenden Schmerzen oder bei einer Funktionsstörung die Exstirpation des Pisiforme notwendig werden. Diese Exstirpation ist im Gegensatz zu allen anderen Handwurzelknochen ohne Auswirkungen auf den Aufbau der Handwurzelarchitektur möglich, weil das Pisiforme nicht an der Bildung des eingangs erwähnten Gewölbes der Hand wurzel beteiligt ist. Von PFAB (1924) wurde die Exstirpation des Pisiforme mit einem Erfolg durchgeführt, den er als restitutio ad integrum mit vollständiger Beschwerdelosigkeit bezeichnete. BECK (1974) verpflanzte das Pisiforme an seinem Gefäßstiel sogar zur Behandlung der Mondbeinnekrose.

In diesem Krankengut fand sich keine Fraktur des Os pisiforme.

b) Frakturen mehrerer Handwurzelknochen

Unter diesem Punkt sollen Fälle vorgestellt werden, bei denen es sich nicht um die isolierte Fraktur eines, sondern um eine komplexe Fraktur mehrerer Handwurzelknochen handelt. Im gesamten Krankengut fanden sich vier derartige Fälle.

Im ersten Fall (Fall 8) handelt es sich um Frakturen des Lunatum und Hamatum, die außerhalb der Handwurzel mit einer Bruchschädigung der distalen Ulna und des distalen Radioulnargelenkes kombiniert waren. Das Lunatum war in Längsrichtung gebrochen, beim Hamatum handelte es sich um den Abbruch eines volaren Fragmentes, vermutlich des Hamulus, eine Carpaltunnelansicht wurde jedoch nicht angefertigt. Diese ungewöhnliche Verletzung war durch einen Schuß verursacht worden, der sich beim Waffenreinigen gelöst hatte. Das Projektil war in die Hohlhand eingedrungen, hatte Hand, Handwurzel und Unterarm in Längsrichtung durchschlagen und war subcutan über der Ellenseite des Ellbogengelenkes steckengeblieben. Der Patient wurde sofort in stationäre Behandlung genommen und nach Entfernung des Projektils wurde eine volare Oberarmschiene angelegt, die die Finger 3 - 5 mit einschloß. Am zweiten Tag traten Sensibilitätsstörungen im Verteilungsgebiet des N. medianus auf, die sich aber mit dem Rückgang der Schwellung gleichfalls zurückbildeten. Am achten Tag wurde die Oberarmschiene entfernt und ein kurzer Armrundgips angelegt, der bis zum Ende der sechsten Woche liegenblieb. Nach Abklingen der Schwellung wurde der Patient nach zweiwöchigem stationären Aufenthalt entlassen. Die Gesamtdauer der Arbeitsunfähigkeit betrug 10 Wochen, bei Abschluß der Behandlung zeigten die Röntgenaufnahmen noch eine deutliche Kalksalzminderung und eine unregelmäßige Konturierung des Unterarmdrehgelenkes. Bei Kontrollaufnahmen nach 12 Monaten waren die Frakturen nicht mehr zu erkennen, Kalkminderung oder arthritische Zeichen bestanden nicht. Die Beweglichkeit des Handgelenkes war eingeschränkt, eine Minderung der Erwerbsunfähigkeit wurde nicht anerkannt.

Bei der Nachuntersuchung nach 26 Monaten war die Palmar-

flexion der rechten Hand gegenüber der linken um 25° und die ulnare Deviation um 30° eingeschränkt, ebenso wie die Supination um 10°. Die Sensibilität war nicht gestört und die grobe Kraft war seitengleich. Subjektive Beschwerden wurden auf Befragen verneint, nach seinen Angaben spielt der Patient mit dieser Hand heute wieder Tennis.

Bei dem zweiten Patienten (Fall 23) bestanden Frakturen des Os naviculare und des Os triquetrum. Er war aus ca. 5 m Höhe von einem Balken gestürzt und hatte zusätzliche Schädelverletzungen erlitten. Bei der stationären Aufnahme zeigte die röntgenologische Untersuchung des Handgelenkes die genannten Frakturen ohne Verschiebung. Es wurde ein langer gespaltener Kahnbeingips angelegt, der nach sieben Tagen durch einen kurzen Kahnbeingips ersetzt wurde, welcher für weitere — Tage liegenblieb. Bei der Abnahme dieses Gipsverbandes, die wegen der gleichzeitigen Einleitung der Übungsbehandlung zu einem weiteren stationären Aufenthalt führte, waren die Konturen des linken Handgelenkes geringgradig vergröbert, eine umschriebene Druckschmerzhaftigkeit bestand weder in der Tabatière, noch an einer anderen Stelle des Handwurzelbereiches. Die Beweglichkeit im Handgelenk war noch stark eingeschränkt, während röntgenologisch die Frakturlinien nicht mehr sichtbar waren und außer einer leichten Minderung des Kalksalzgehaltes normale Verhältnisse im Handgelenk bestanden. Der Patient wurde in die weitere hausärztliche Behandlung entlassen, ein späterer Kontakt zu ihm konnte nicht mehr hergestellt werden.

In den beiden letzten Fällen handelt es sich um komplexe Frakturen der gesamten distalen Handwurzelreihe, im einen Fall blieb nur das Trapezoideum von einer Fraktur verschont. Wie es bereits bei der Diskussion der isolierten Frakturen der distalen Handwurzelreihe erwähnt wurde, ist beim Einwirken einer starken direkten Gewalt auf die Handwurzel diese Verletzung im Grunde nicht ungewöhnlich. In beiden Fällen war die Verletzung demnach auch durch eine solche direkte Gewalteinwirkung entstanden. Einem Patienten war eine

Schiene auf die Hand gefallen und der zweite Patient war mit seiner Hand in eine Zerkleinerungsmaschine geraten. Infolge der starken Gewalteinwirkung waren die Frakturen offen, Frakturen mehrerer Mittelhandknochen bestanden zusätzlich in beiden Fällen. Betroffen war bei beiden Patienten die linke Hand, ein Patient war jedoch Linkshänder. Bei diesem Patienten (Fall 37) waren die Zerstörungen der Handwurzel und der Basen der Mittelhandknochen so ausgedehnt, daß eine Rekonstruktion nicht mehr sinnvoll erschien und eine Arthrodesierung des Handgelenkes durchgeführt wurde. Dabei wurden die Knorpelreste der Grundgelenke 2 - 5 entfernt, der 3. Mittelhandknochen wurde in 20° Dorsalflexion auf die Handwurzel aufgesetzt und mit zwei gekreuzten Kirschnerdrähten gehalten. Nach der Auffüllung der seitlichen Defektzonen mit Beckenkammspongiosa wurden die Mittelhandknochen und die Handwurzelknochen mit querverlaufenden Kirschnerdrähten fixiert und das Daumensattelgelenk mit zwei Drähten temporär versteift. Der Hautdefekt wurde mit einer gestielten Hautlappenplastik gedeckt. Die Entfernung der Spickdrähte erfolgte nach fünf Wochen, anschließend wurde das Handgelenk 11 Wochen lang in einem Unterarmrundgips immobilisiert. Das Heilverfahren wurde nach 22 Wochen mit Arbeitsfähigkeit und temporärer Minderung der Erwerbsfähigkeit von 100 % abgeschlossen. Nach weiteren 15 Wochen wurde diese Minderung der Erwerbsfähigkeit anläßlich eines Gutachtens auf 40 % reduziert. Bei dieser Untersuchung zeigte sich röntgenologisch eine knöcherne Durchbauung der Mittelhandfrakturen und eine leichte Fehlstellung sowie Versteifung des Carpometacarpalgelenkes. Die distalen Handwurzelknochen waren knöchern miteinander verbunden.

Bei der Nachuntersuchung nach 17 Monaten klagte der Patient über eine Kälteempfindlichkeit im Bereich der linken Hand und über eine Druckschmerzhaftigkeit über dem Knochen an der Beugefalte des linken Handgelenkes sowie an der ulnaren Handkante. Beim Faustschluß betrug der Abstand zwischen Fingerkuppe und Hohlhand 5 bzw. 5,5 cm. Die Spreizfähigkeit war mit 16 cm links gegenüber 20 cm rechts und die grobe

Kraft mit 8 kg links gegenüber rechts 20 kg vermindert. Ein Auflesen von feinen Gegenständen, z. B. einer Büroklammer, war mit der linken Hand nicht möglich. Die Beweglichkeit der Fingergelenke war im Sinne eines Streckdefizites erheblich eingeschränkt und im Handgelenk waren die Palmarflexion und die radiale Deviation gegenüber der rechten Seite um ca. 30° eingeschränkt. Eine Minderung der Erwerbsfähigkeit von 35 % wurde für Dauer anerkannt.

Bei dem zweiten Patienten mit ausgedehnter Fraktur der distalen Handwurzelreihe (Fall 39) - das Trapezoideum war nicht gebrochen - wurde am Unfalltage eine Osteosynthese der Frakturen des 2. und 3. Mittelhandknochens mit gleichzeitiger Reposition eines Knochenfragmentes aus dem Hamatum durchgeführt. Die postoperative Immobilisierung auf einer volaren Oberarmgipsschiene wurde nach 20 Tagen durch Bewegungsübungen beendet. Nach einer sekundären, offenen Reposition und Spickung der Fraktur des 4. Metacarpale und Nähung der Strecksehnen des 4. und 5. Fingers erfolgte die Entlassung aus der stationären Behandlung nach 32 Tagen. Eine Röntgenkontrolle anläßlich eines erneuten stationären Aufenthaltes zur Metallentfernung drei Monate nach dem Unfall zeigte einen knöchernen Durchbau der Mittelhand- und Handwurzelfrakturen mit Ausnahme einer Pseudarthrosenbildung im Bereich des 2. Mittelhandknochens, die entsprechend behandelt wurde.

Anläßlich der Nachuntersuchung im Rahmen eines Gutachtens 21 Monate nach dem Unfall war die Beweglichkeit im Handgelenk bei Dorsal- und Volarflexion, sowie bei der ulnaren Deviation um 20° gegenüber der gesunden Seite eingeschränkt. Beim Faustschluß blieben die Fingerkuppen des 4. und 5. Fingers 2 cm von der Hohlhand entfernt, die Beweglichkeit des Daumens war frei. Die grobe Kraft war mit 11 kg links gegenüber 32 kg rechts deutlich gemindert. Röntgenologisch zeigten sich außer einer leichten Verminderung des Kalksalzgehaltes normale Strukturen im Bereich des Handgelenkes ohne Hinweis auf das Vorliegen von vorzeitigen Verschleißerschei-

nungen. Insbesondere das erwähnte Fragment des Hamatum war knöchern konsolidiert. Die erste Dauerrente wurde mit 20 % festgesetzt.

B DIE LUXATIONEN

a) Isolierte Luxationen einzelner Handwurzelknochen

Es wurde bereits diskutiert, daß die Handwurzel infolge ihres Aufbaues aus mehreren kleinen Knochen, die durch starke Bänder miteinander verbunden sind, eine sehr große Elastizität besitzt. Aus dieser Elastizität wurde einerseits die Seltenheit der Frakturen der Handwurzel abgeleitet, andererseits scheint sie eine Disposition für die Luxationen der Handwurzel zu bedingen. Betrachtet man die Häufigkeit aller Luxationen der Handwurzel, d. h. die Gesamtheit aller Einzelluxationen, komplexen Luxationen und Luxationsfrakturen, so entspricht diese Disposition auch den Tatsachen. In Bezug auf die Luxationen isolierter Handwurzelknochen muß man jedoch feststellen, daß diese noch weitaus seltener sind, als die isolierten Frakturen der Handwurzel. In seinem großen Krankengut fand BÖHLER (1954) in 11 Jahren nur fünf Luxationen des Pisiforme, zwei der Multangula und nur eine Luxation des Capitatum. Diesen acht Luxationen stehen im gleichen Zeitraum 627 Frakturen inclusive derer des Naviculare gegenüber. Bei den hier vorgestellten Patienten fanden sich nur drei isolierte Luxationen.

Diese eindeutig vorherrschende Seltenheit ist meiner Meinung nach zurückzuführen auf die Stärke der Bänder innerhalb der Handwurzel, die entweder ein elastisches Auffangen der einwirkenden Kraft ermöglichen, oder bei stärkerer Gewalt zu einer komplexen Luxation mehrerer Handwurzelknochen, einer Fraktur oder einer Luxationsfraktur führt. Nach SEGMÜLLER (1974) gehören die Verstärkungsbänder des Handgelenkes sogar zu den stärksten des menschlichen Körpers.

1. Luxationen des Pisiforme:

Da das Pisiforme, wie schon besprochen, innerhalb der Handwurzel eine gewisse Sonderstellung einnimmt und durch seine Bandstrukturen auch nicht sehr stark in den Verband der übrigen Handwurzelknochen eingegliedert ist, sind isolierte Luxationen dieses Knochens noch am häufigsten zu finden. Die Möglichkeit ihrer Entstehung ist zum einen ähnlich dem Mechanismus der Pisiformefrakturen durch den Zug des M. flexor carpi ulnaris, zum anderen als Folge einer direkt einwirkenden Scherkraft. Die Scherkraft entsteht meistens bei einem Sturz auf die Hand, wobei der Hypothenar in schräger Richtung auf den Boden auftrifft. Nach SCHNEK (1930) kann die Dislokation des Pisiforme in Längsrichtung bis zu 1,5 cm betragen, während die Seitenverschiebung gewöhnlich gering ist.

Die Behandlung erfolgt konservativ durch Immobilisation, wobei SCHNEK (1930) eine korrekte Reposition nicht für unbedingt notwendig hält. NIGST (1974) hingegen erwähnt Irritationszeichen des N. ulnaris bei einer chronischen Subluxation des Pisiforme, bei denen man dann diesen Knochen entfernen sollte.

Eine Luxation des Pisiforme fand sich in diesem Krankengut bei insgesamt sechs Fällen, dabei war die Luxation nur einmal innerhalb der Handwurzel isoliert und in diesem Fall bestand eine zusätzliche Radiusfraktur. Wegen einer desweiteren bestehenden Commotio cerebri wurde der Patient (Fall 19) stationär behandelt, die Benandlung des Handgelenkes wurde durch die Radiusfraktur bestimmt.

2. Luxationen des Trapezoideums:

Noch seltener als die Luxationen des Pisiforme sind diejenigen des Os trapezoideums. 1962 erstellte LEWIS einen Überblick über die Weltliteratur und fand insgesamt 13 Fälle, von denen nur acht Fälle isolierte Luxationen und alle bis auf zwei Fälle dorsale Luxationen waren. 1971 konnte STEIN noch einen weiteren Fall einer Dorsalluxation beschreiben.

Dieser von STEIN (1971) beschriebene Fall ist wegen des klaren Konzeptes über den Mechanismus, der während der offenen Reposition gezeigt werden konnte, besonders interessant. Er war nach der Zurückverlagerung des Trapezoideums in der Lage zu zeigen, daß dieses durch leichte Flexion und Rotation des 2. Mittelhandknochens mit Leichtigkeit zu reluxieren war. Als Handgriff zur Reposition beschrieb er eine Drehung des Trapezoideums um 90°, bei der man gleichzeitig einen Druck auf dieses ausüben mußte. Für den Mechanismus folgert er daraus einen Stoß oder Druck gegen die dorsale Fläche des distalen Teils des 2. Metacarpale, so daß dieser auf dem Trapezoideum gebeugt wird und bei gleichzeitiger Drehung das Trapezoideum nach dorsal luxieren kann. Die Richtung der Luxation nach dorsal oder volar ist abhängig von den volaren Bändern und der Tatsache, daß die dorsale Oberfläche des Knochens größer ist als die volare, so daß der Knochen auf Grund seiner Form trotz der volar stärkeren Bänder meist nach dorsal luxiert wird.

Bei der Behandlung dieser Luxation ist das Trapezoideum früher oft entfernt worden. Man konnte dann im weiteren Verlauf aber gewöhnlich ein Einwandern des Trapeziums in das Bett des Trapezoideums feststellen. Auf Grund des von ihm erkannten Mechanismusses führte STEIN (1971) eine Spickdrahtfixierung des reponierten Trapezoideums durch. Der Draht wurde dabei vom 2. Metacarpale aus durch das Trapezoideum in das Capitatum eingebohrt. Zusätzlich zu dieser inneren Fixierung wurde eine Immobilisation von außen durchgeführt. Mit dieser Methode erzielte er ein gutes Ergebnis.

Von den vier Luxationen des Trapezoideums in dem hier untersuchten Krankengut war der Knochen nur einmal isoliert verrenkt. Der Patient (Fall 24) war mit der Hand in eine Maschine geraten. Bei der Untersuchung fand sich das Trapezoideum völlig aus der Handwurzel verrenkt frei in der Wunde liegend. Außerdem waren die Strecksehnen der Finger 2 - 4 zerfetzt, die Basen der Mittelhandknochen 2 und 3 gebrochen und es bestand ein großer Hautdefekt. Obwohl sich das Tra-

pezoideum bei der operativen Untersuchung als praktisch devitalisiert erwies, wurde es nicht entfernt. Vielmehr wurde es entknorpelt und als Spongiosablock an seinen Platz zurückverlagert. Die angrenzenden Knorpelschichten des 2. Metacarpale sowie des Capitatum und des Naviculare wurden teilentknorpelt. Die Fixierung wurde durch einen quer durch die Basen der Mittelhandknochen verlaufenden Draht und einen Draht, der vom 2. Metacarpale in den Spongiosablock gebohrt wurde, hergestellt. Nach der Wundversorgung erfolgte die Immobilisation auf einer volaren Unterarmgipsschiene in Dorsalflexionsstellung der Hand und Beugestellung der Finger (Abb. 17 - 19).

Infolge mehrerer operativer Eingriffe zur Hautdeckung mittels eines gestielten Lappens dauerte der stationäre Aufenthalt fast sieben Wochen. Die Spickdrähte wurden zwei Monate nach der Reposition entfernt, es wurde im Anschluß daran eine Quengelschiene zur Beugung der Langfinger verordnet. Das Heilverfahren wurde zum Zeitpunkt meiner Nachuntersuchungen nach 12-monatiger Dauer abgeschlossen. Der Faustschluß war immer noch unvollständig, die Minderung der Erwerbsfähigkeit wurde mit 20 % festgesetzt.

Auf Grund der ausgedehnten Hautdefekte, sowie infolge der Durchtrennung der Streoksehnen 2 - 4 ist eine Beurteilung der beschriebenen Methode der Replantierung des Trapezoideums als Spongiosablock zur Reposition eines von seiner Blutversorgung abgeschnittenen Trapezoideums an Hand funktioneller Untersuchungsbefunde nicht zulässig. Eine größere Aussagekraft muß den Röntgenbildern beigemessen werden, wobei man auch die kurze Verlaufszeit berücksichtigen muß. Diese Bilder zeigen eine vollständige Verknöcherung aller Handwurzelknochen untereinander, sowie mit den Basen der Metacarpalia 1 - 5; zwischen den Basen der Metacarpalia 3 und 4 besteht eine deutliche Diastase. Eine unscharfe Zeichnung der Gelenkstrukturen findet sich auch im Radiocarpalgelenk. Es besteht also im Handgelenk de facto eine Arthrodese (Abb. 20).

3. Luxationen des Trapezium:

Wie alle Luxationen, so sind auch diejenigen des Trapeziums extrem selten. 1972 berichtete SEIMON von 11 in der Literatur beschriebenen Fällen, denen er einen weiteren hinzufügt. Ihm unbekannt war allerdings der Bericht von BRÜCKNER (1962), der 10 Jahre vor ihm von mehreren Trapeziumluxationen berichtet hatte und einen Fall einer Luxation des gesamten 1. Handstrahles - Metacarpale I, Trapezium und Naviculare - vorgestellt hatte. In der Ursache dieser Luxationen sind fast alle Autoren übereinstimmend der Ansicht, daß fast ausschließlich ein direktes Trauma vonnöten ist.

Symptomatisch fällt meistens der extendierte und adduzierte bzw. in die Hohlhand eingeschlagene Daumen auf, eine Hautverletzung ist die Regel.

Das therapeutische Vorgehen ist jedoch unterschiedlich. Während PETERSON (1950) bei seinen Patienten das Trapezium wegen offensichtlich fehlender Blutversorgung exstirpierte, führten alle anderen Autoren eine Reposition des Knochens durch. SIEGEL und HERTZBERG (1969), sowie auch SEIMON (1972) reponierten offen und fixierten das Trapezium durch einen Kirschnerdraht. BRÜCKNER (1962) reponierte auf geschlossene Art im Bauernfänger. Bei allen Repositionsbehandlungen erfolgte eine postoperative Immobilisierung, PETERSON (1950) ermutigte seine Patienten nach drei Tagen zur Bewegung aller Gelenke. Er berichtet, daß beide Patienten innerhalb von vier Monaten die volle Funktion des Daumens wiedererlangt hatten. Es sei klinisch fast unmöglich gewesen, zu erkennen, daß das Trapezium fehle. Über ähnlich gute Ergebnisse berichtet auch GERVIS (1949), der Fälle von monoartikulärer Osteoarthrose mit Entfernungen des Trapeziums behandelt hatte. BRÜCKNER (1962) berichtet nichts über sein Ergebnis. SIEGEL und HERTZBERG (1969) sowie SEIMON (1972) erwähnen eine Verknöcherung des Carpometacarpalgelenkes, so daß die Daumenbeweglichkeit zwischen den Multangula, dem Naviculare und dem 2. Metacarpale entsteht. Sie schlugen ihren Patienten daher auf Grund von PETERSONS Erfahrungen eine Exstirpation

als sekundäres Vorgehen vor, was diese aber wegen der für sie befriedigenden Ergebnisse ablehnten.

Auf eine in diesem Krankengut vorgekommene Luxation des Trapeziums soll an anderer Stelle eingegangen werden, da das Trapezium gleichzeitig gebrochen war.

4. Luxationen des Naviculare:

Isolierte Luxationen des Naviculare kamen in dem hier untersuchten Krankengut nicht vor. Das Naviculare kann nach volar oder dorsal luxieren, eine seitliche Verrenkung ist aber ohne Mitverletzung benachbarter Handwurzelknochen nicht möglich, was durch den im vorhergehenden Absatz geschilderten Fall SCHUMANNS (1962) bestätigt wird. In Leichenversuchen demonstrierten RIEDL (1936) und später ROSE (1963), daß isolierte Navicularisluxationen nur bei einem gesonderten oder anatomisch fehlentwickelten Bandapparat möglich sind. Liegt eine derartige Prädisposition aber einmal vor, so kann die Luxation sogar habituell werden (KRASKE, 1962). Eine weitere Prädisposition stellt die Abknickung der Speichengelenkfläche mit streckseitig offenem Winkel dar (REITIG, 1961).

Als Therapie dieser Luxation bietet sich im frühen Stadium die geschlossene Reposition an. Bei veralteten Fällen, oder wenn die geschlossene Reposition mißlingt, wurde eine Entfernung der Kapsel und eine temporäre Arthrodese durch Kirschnerdraht zwischen Naviculare und Lunatum durchgeführt (MÜHLBAUER, 1964).

5. Sonstige Einzelluxationen der Handwurzel

Die Luxationen des Capitatum, Hamatum und Triquetrum sind so selten, daß selbst in großen Untersuchungen nur mit wenigen Fällen auf sie eingegangen wird. Es ist daher kaum verwunderlich, daß über ihren Verletzungsmechanismus nichts ausgesagt wird und für die Therapie nur einzelne Beispiele angeführt werden.

Beim Capitatum nennt SCHNEK (1930) eine Gewalteinwirkung an umschriebener Stelle, die in der Regel zu einer dorsalen Luxation führt. Diese Luxation kann aber auch nur partiell sein und dann den proximalen oder distalen Teil des Knochens betreffen. Eine Reposition durch direkten Druck ist leicht möglich.

Von JOHANNSON (1926) wurde eine Hamatumluxation einmal durch die Exstirpation des Knochens behandelt, über ein Ergebnis wird aber nichts berichtet.

Eine Luxation des Triquetrums behandelte SCHNEK (1930) durch eine viermonatige Gipsschiene, die so anmodelliert war, daß der Knochen in seiner normalen Lage gehalten wurde. Er berichtet von einer vollständigen Heilung.

Die häufigeren isolierten Luxationen des Os lunatum sollen nicht an dieser Stelle besprochen werden, da sie auf Grund ihres Entstehungsmechanismusses keine isolierten Luxationen sind, sondern der Folgezustand einer vorhergehenden perilunären Luxation.

Da in dem von mir untersuchten Krankengut eine isolierte Luxation des Os capitatum vorkommt, soll diese hier besprochen werden. Der Patient (Fall 29) war mit seiner linken Hand zwischen zwei Puffer geraten. Bei der sofortigen Untersuchung fand sich eine ausgeprägte, walzenförmige Schwellung der linken Hand und des Handgelenkes, sowie eine 5 x 2 cm große Wunde im Daumenballenbereich. Die Fingerbeweglichkeit war stark schmerzhaft eingeschränkt, die Beweglichkeit im Handgelenk aufgehoben. Anzeichen für Gefühls- oder Durchblutungsstörungen bestanden an der Hand nicht. Röntgenologisch zeigte sich eine Luxation des Capitatums mit keilförmiger Einstauchung des 2. Metacarpale in den Handwurzelbereich. Nach der geschlossenen Reposition und einer Hämatomstichelung wurde ein langer, volarer Armgipsverband angelegt. Die anschließende Röntgenkontrolle zeigte eine anatomische Stellung der verrenkten Knochen. Nach der Gipsabnahme nach 10 Tagen wurden bei erheblich zurückgegangener Schwellung die Bewegungsübungen aufgenommen und der Patient

schließlich nach dreiwöchigem stationären Aufenthalt entlassen. Das Heilverfahren wurde nach nahezu sechs Monaten mit einer Minderung der Erwerbsfähigkeit von zunächst 20 % abgeschlossen. Diese Erwerbsfähigkeitsminderung wurde nach einem Jahr auf 10 % reduziert.

Bei der Nachuntersuchung sechs Jahre nach dem Unfall bestand diese 10 %ige Erwerbsminderung immer noch. Der Patient klagte über eine Kraftminderung in der linken Hand und über eine Spannung des Narbenstranges an der Volarseite des Handgelenkes. Auf den Wunsch des Arbeitgebers hin war er nicht mehr als Schlosser unter Tage, sondern als Stapelfahrer beschäftigt. Bei der Untersuchung war die Beweglichkeit des Handgelenkes frei, beim Faustschluß betrug der Abstand der Fingerkuppe des Kleinfingers von der Hohlhand 0,5 cm. Inspektorisch fiel ein Hervorspringen des 3. Mittelhandknochens, insbesondere des Köpfchens, nach dorsal auf. Röntgenologisch bestand ein normaler Aufbau im Bereich der Handwurzel ohne Zeichen einer arthrotischen Veränderung. Lediglich die Basis des 3. Mittelhandknochens erscheint nach dorsal verschoben (Abb. 21). Ein späterer Unfall im Handgelenksbereich oder eine spätere weitere Arbeitsunfähigkeit wegen dieser Verletzung hat nicht stattgefunden. Obwohl die Spannung im Handgelenk von der aus der Wunde resultierenden Narbe herrühren, scheint die Kraftminderung aus der leichten Schrägstellung des 3. Metacarpale zu resultieren, die ihre Ursache in einer nicht korrekten Stellung zur Basis hat.

c Komplexe Luxationen der Handwurzel

Von den Luxationen einzelner Handwurzelknochen sind - wie besprochen - die komplexen Luxationen der Handwurzel zu unterscheiden. Obwohl auch bei diesen komplexen Luxationen eine Vielzahl verschiedenartiger Formen bekannt sind, so lassen sich ihnen doch bestimmte Charakteristika zugrunde legen. Die Grundlage dieser Charakteristika sind die drei anatomischen Gelenklinien des Handgelenkes: 1.) das Radiocarpalge-

lenk zwischen Radius und proximaler Handwurzelknochenreihe, 2.) das Intercarpalgelenk zwischen den beiden Reihen der Handwurzelknochen und 3.) das Carpometacarpalgelenk zwischen der distalen Handwurzelreihe und den Mittelhandknochen. Bei den Verrenkungen innerhalb dieser Gelenklinien spricht man auch von den Verrenkungen der reinen Trennungslinien: 1.) Luxatio radiocarpea, 2.) Luxatio intercarpea und 3.) Luxatio carpometacarpea (Abb. 10).

Den größten Teil der Verrenkungen machen aber diejenigen Verrenkungen aus, deren Trennungslinien nicht genau in den anatomischen Gelenklinien verlaufen. Man spricht dann von den unreinen Trennungslinien. Sie finden ihre wesentliche anatomische Grundlage in den verschieden stark ausgeprägten Bandverbindungen der einzelnen Handwurzelknochen untereinander. Die Verrenkungslinien der Handwurzel verlaufen dabei immer vollständig von der radialen Seite zur ulnaren Seite.

Allen Verrenkungen der unreinen Trennungslinien ist die perilunäre Verrenkung gemein. Bei ihr verläuft die Trennungslinie immer in der Articulatio intercarpea zwischen dem Capitatum und Lunatum, d. h. die Trennung der gelenkigen Verbindung zwischen Capitatum und Lunatum ist die Grundform aller perilunären Verrenkungen (WAGNER, 1956). Entsprechend dem

Abb. 10: Schematische Darstellung der reinen Trennungslinien der Handwurzel nach PERSCHL (1949)

weiteren Verlauf der Trennungslinien nach radial und ulnar wird die perilunäre Luxation dann näher klassifiziert: rein perilunär, transnaviculo-perilunär, transtriquetro-perilunär,

transstylo-perilunär, transstylonaviculo-perilunär, perinaviculo-perilunär, sowie alle denkbar anderen möglichen Verlaufslinien (Abb. 11). Alle Verrenkungen können sowohl nach dorsal wie auch nach volar vorkommen. Welche Verletzung aber nun im Einzelfall aus einem bestimmten Trauma resultiert, hängt einmal von der Art des Traumas selbst ab, zum zweiten von der Stellung des Unterarmes gegenüber der Hand zum Zeitpunkt des Traumas und zum dritten von der Art und Festigkeit der einzelnen Bänder, sowie von kleinen anatomischen Varianten der Knochen im Handgelenk.

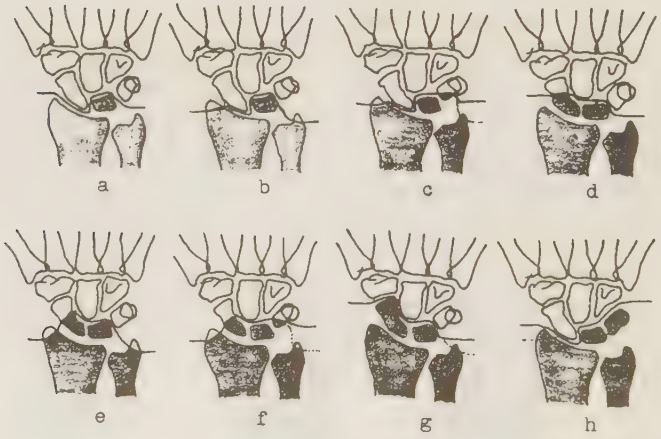

Abb. 11: Die Luxationen der unreinen Trennungslinien nach PERSCHL (1949). a) reine perilunäre Luxation; b) transstyloperilunäre Luxation; c) transstylotriquetroperilunäre Luxation; d) transnaviculoperilunäre Luxation; e) transstylonaviculoperilunäre Luxation; f) transstylonaviculotriquetroperilunäre Luxation; g) perinaviculoperilunäre Luxation; h) peritriquetroperilunäre Luxation.

Bei einer weiteren möglichen Verrenkung verläuft die Trennungslinie der Handwurzelknochen nicht quer zur Längsachse der Hand und des Unterarmes, wie bei den bisher beschriebenen, sondern parallel zu dieser Achse. Diese Verrenkung, die sich in dem hier untersuchten Patientenkreis zweimal vorfand, wurde in der Literatur bisher nur von KELLAM und MCGOEY (1945) als "Luxation des Hamatum, Pisiforme und Triquetrum" und von NIGST (1974) beschrieben, der sie als "traumatische Spalthand" bezeichnete (Abb. 12).

Abb. 12: Schematische Darstellung der längsverlaufenden Trennungslinie der Handwurzel nach NIGST (1974).

1. Luxatio radiocarpea:

Die Luxatio radiocarpea ist unter den Verrenkungen der reinen Trennungslinien, die SCHNEK (1930) wegen ihrer Seltenheit unter die atypischen Handwurzelverrenkungen rechnet, noch die häufigste. Ihre Entstehung ist auf direktem wie auf indirektem Wege möglich. Bei der Entstehung durch direkt einwirkende Gewalt ist ein heftiges Trauma vonnöten, welches entweder den Unterarm bei fixierter Hand oder die Hand bei fixiertem Unterarm trifft. Aus der Richtung der Gewalteinwirkung ergibt sich dann die Luxation nach dorsal oder volar. Auf indirektem Wege entsteht die Verletzung als Folge einer gewaltsamen Dorsalflexion des Handgelenkes. Wenn es dabei zu einer Fraktur der dorsalen Radiuskante kommt, oder bei einer

nicht regelrecht nach volar neigenden Radiusgelenkfläche, entsteht bei dieser gewaltsamen Dorsalflexion die Verrenkung der gesamten Hand und Handwurzel gegenüber dem Radius nach dorsal. Aus der erforderlichen heftigen Gewalteinwirkung ist abzuleiten, daß zusätzliche Frakturen sehr häufig sind.

Die Diagnose wird in der Regel keine Schwierigkeiten bereiten. Das heftige Trauma führt die Patienten sofort zum Arzt und aus der meist deutlich sichtbaren Deformität ist die Diagnose fast klinisch zu stellen. Trotzdem sollten Röntgenaufnahmen angefertigt werden, um zusätzliche Verletzungen in diesem Bereich zu erkennen oder auszuschließen. Das seitliche Bild zeigt die Luxation sehr deutlich (Abb. 22). Subluxationsstellungen sind leicht an der Beziehung der Processus styloidei zur Längsachse der Hand zu erkennen (E. REHN, 1927).

Die Reposition der Verrenkung ist in der Regel einfach, es kann aber auch schwierig sein, diese Reposition zu halten, da alle Bandstrukturen in der Regel zerrissen sind. Die Immobilisation erfolgt daher in einer dorsalen und volaren Gipsschiene, welche das Ellbogengelenk und die Fingergelenke freiläßt. Auf frühzeitige Bewegungsübungen dieser Gelenke sollte geachtet werden. Die Dauer der Fixation muß wesentlich größer sein, als bei einer Fraktur, weil die Ausheilung der Bänder die einzige Möglichkeit ist, den sonst häufigen Reluxationen vorzubeugen.

Bei den hier untersuchten 50 Patienten fand sich zweimal eine Luxation des Radiocarpalgelenkes. Beide Verrenkungen waren nach dorsal. Was den Unfallmechanismus anbelangt, war der eine Patient (Fall 50) mit dem Handschuh in einem Maschinenteil hängengeblieben und hatte sich "die Hand verdreht" - es bestand zusätzlich eine Radiusfraktur im distalen Drittel mit einer Abknickung des distalen Teils nach dorsal. Der zweite Patient (Fall 49) war bei Montagearbeiten aus großer Höhe abgestürzt - es bestanden im Handgelenk noch eine Fraktur des Processus styloideus ulnaris und der medialen Radiusecke, sowie weitere multiple Frakturen (Kopf,

Oberschenkel), die einen längeren stationären Aufenthalt notwendig machten. Die Luxation des Handgelenkes verursachte bei diesem Patienten eine Irritation des N. medianus und des N. ulnaris, die aber regredient waren. Bei beiden Patienten wurde die Luxation reponiert und ruhiggestellt, die Radiusfraktur des einen Patienten (Fall 50) wurde in Belgien osteosynthetisch mit einer Platte versorgt. Die Fixationsdauer betrug sieben bzw. acht Wochen.

Die Nachuntersuchung konnte aus entfernungstechnischen Gründen in beiden Fällen nicht erfolgen. Trotzdem können auf Grund des Fragebogens, der von beiden Patienten zurückgesandt wurde, Aussagen über Spätergebnisse gemacht werden. Der Abstand zum Unfalldatum beträgt im einen Fall fast acht Jahre. Der Patient ist heute beschwerdefrei. Beim anderen Patienten (Fall 49) beträgt die Zeitspanne seit dem Unfall fast vier Jahre. Die ursprüngliche Minderung der Erwerbsfähigkeit von 40 % wurde später auf 20 % reduziert. Die in einem Gutachten 20 Monate nach dem Unfall festgestellten starken Bewegungseinschränkungen des Handgelenkes in allen Richtungen werden im Fragebogen immer noch angegeben, desweiteren klagt der Patient über starke Schmerzen, sowie über eine Schwellung des Handgelenkes. Auf Grund der Bewegungseinschränkung und anderer Beschwerden kann die frühere Tätigkeit nicht mehr ausgeübt werden; der Patient trägt zur Stützung des Handgelenkes noch eine Handgelenksmanschette.

2. Luxatio intercarpea:

Die Verrenkungen der intercarpalen Gelenkslinie werden von SCHNEK (1930) zu den größten Seltenheiten gerechnet und auch NIGST (1974) geht auf diese Luxationen nicht ein. Lediglich KELLAM und MCGOEY (1945) berichten, daß sie einen solchen Fall beobachteten und mit gutem Erfolg behandelten. Über die Art der Behandlung berichten sie allerdings ebenso nichts wie über einen möglichen Entstehungsmechanismus. In diesem Krankengut fanden sich zwei derartige Luxationen.

Der erste Patient (Fall 33) war beim Handballspielen ge-

gen eine Wand gestoßen worden und hatte sich dabei den linken Arm geprellt. Auf Grund einer Hautabschürfung an der Beugeseite des Handgelenkes muß daher eine Dorsalflexion im Moment der Gewalteinwirkung bestanden haben. Bei der Aufnahmeuntersuchung war die Beweglichkeit im Handgelenk hochgradig, in den Fingergelenken endgradig eingeschränkt. Anzeichen für Gefühls- oder Durchblutungsstörungen bestanden nicht. Die Verrenkung wurde sofort reponiert und Hand- und Ellbogengelenk ruhiggestellt. Kontrollaufnahmen zeigten jedoch eine erneute Luxation, so daß nach Abschwellung die operative Reposition durchgeführt wurde. Hierbei zeigte es sich, daß die Gelenkfläche des Radius völlig zerstört war und daß dorsal ein großer Spongiosadefekt bestand. Nach Einbringen von Spongiosa in diesen Bereich, die mit einer AO-Platte gehalten wurde, war auch die Reposition stabil. Die postoperative Immobilisierung dauerte fünf Wochen. Nach der Metallentfernung wurde der Patient aus der Beobachtung verloren. Der Befund zu diesem Zeitpunkt ergab eine Einschränkung der Beweglichkeit im Handgelenk, die sich insbesondere auf die Dorsal- und Volarflexion bezog. Der übrige Befund am Handgelenk war abgesehen von einer Verschmächtigung der kleinen Handmuskulatur unauffällig, insbesondere bestanden keine Gefühlsstörungen.

Der zweite Patient (Fall 48) hatte die Hand zwischen zwei Eisenteile geklemmt. Es bestand ein großer Hautdefekt mit Durchtrennung sämtlicher Strecksehnen. Bei der sofortigen operativen Versorgung zeigte es sich, daß der 2. Mittelhandknochen aus dem Muskelbänderapparat herausgerissen und mit dem Trapezium, das noch in Verbindung mit dem 1. Mittelhandknochen hing, nach dorsal luxiert war. Ebenso waren die übrigen Mittelhandknochen und die ganze distale Handwurzelreihe luxiert. Der 1. Mittelhandknochen war an der Basis zersplittert, das Trapezium war ebenfalls gebrochen. Obwohl es sich hier also nicht um eine reine Handwurzelluxation handelt, soll dieser Fall an dieser Stelle besprochen werden, da einmal diese Luxation eine solche Seltenheit darstellt, andererseits die Trapeziumfraktur und die Fraktur des 1. Mittelhand-

knochens analog den Styloidfrakturen anderer Trennungslinien als Varianten dieser reinen intercarpalen Luxation angesehen werden müssen. Nach der Reposition erfolgte eine innere Fixation durch Kirschnerdrähte und die Immobilisation auf einer volaren Gipsschiene unter Einschluß der Finger. Nach zwei Wochen wurde mit Bewegungsübungen der Finger begonnen und eine Woche später die Bewegung der Finger gänzlich freigegeben. Die Gesamtimmobilisationsdauer betrug fünf Wochen, die Drähte wurden nach neun Wochen entfernt. Nach 23-wöchiger Arbeitsunfähigkeit nahm der Patient mit einer primären Minderung der Erwerbsfähigkeit von 30 % seine Arbeit versuchsweise wieder auf (Schlosser), es wurde aber doch noch eine Veränderung des Arbeitsplatzes notwendig. Bei der Begutachtung zur Feststellung der Dauerrente nach 20 Monaten war die Beweglichkeit in allen Richtungen schmerzhaft eingeschränkt, der Zeigefinger konnte nur passiv, der Daumen auch nicht fremdtätig in die Hohlhand eingeschlagen werden. Eine Beweglichkeit zwischen dem 1. Mittelhandknochen und dem Trapezium ist nicht zu erkennen, die geringe Beweglichkeit im Daumenbereich entsteht im Trapezionaviculargelenk. Die subjektiven Beschwerden über die Kraftminderung und Schmerzen im Handgelenk, sowie über ein Taubheitsgefühl des Daumens bei Kälte werden auch im Fragebogen nach weiteren 15 Monaten noch angegeben. Die Dauerrente wird mit 20 % festgesetzt. (Abb. 23 - 25).

Anhand dieser beiden Krankheitsgeschichten muß für die Luxatio intercarpalis sowohl ein direkter (Fall 48), als auch ein indirekter (Fall 33) Mechanismus abgeleitet werden. Es ist weiterhin anzunehmen, daß die indirekt entstandene Luxation nur durch den dorsalen Spongiosadefekt des Radius möglich war. Die Rolle der distalen Radiuskantenfraktur bzw. der Neigungsanomalie der distalen Radiusgelenkfläche wurde bereits bei der Entstehung der Luxatio radiocarpalis diskutiert. Warum es in diesem Fall aber zu einer Verrenkung des intercarpalen Gelenkes und nicht des radiocarpalen Gelenkes kam, ist aus der vorliegenden Anamnese nicht mit Sicherheit abzuleiten. Eine mögliche Subluxation der gesamten proxima-

len Handwurzelreihe nach dorsal infolge des Spongiosadefektes, die zum Zerreissen der verbindenden Bandstrukturen zwischen proximaler und distaler Handwurzelreihe führte, ist denkbar. Aus dieser Subluxation der genannten Bänder könnte eine solche intercarpale Luxation zu erklären sein. Hierfür spricht auch die Tatsache, daß die Reposition erst nach Auffüllung des Spongiosadefektes, und damit nach Beseitigung der Subluxation der proximalen Handwurzelreihe, gehalten werden konnte. In dem anderen Fall sind analog zur radiocarpalen Luxation die ausgedehnten zusätzlichen Verletzungen für die Entstehung durch direkte Gewalteinwirkung typisch. Das schlechte Ergebnis dürfte zu einem nicht geringen Teil auf diese zusätzlichen Verletzungen zurückzuführen sein.

3. Traumatische Spalthand:

Eine andere Form der Verrenkung innerhalb der Handwurzel stellt die "traumatische Spalthand" dar. Die Trennungslinie dieser Verrenkung verläuft im Gegensatz zu den anderen Verrenkungslinien der Handwurzel nicht in radioulnarer Richtung, sondern parallel zur Längsachse der Hand und des Unterarmes. Im Bereich der Mittelhand verläuft sie zwischen den Mittelhandknochen 3 und 4, setzt sich in der Handwurzel zwischen dem Capitatum und Hamatum fort und endet gewöhnlich am Lunatum. Das Triquetrum kann zwischen Capitatum und Hamatum interponiert sein (Abb. 26).

Der Begriff "traumatische Spalthand" wurde von NIGST (1974) geprägt, der diese "Dissoziation der Karpalknochen in der Längsachse" zweimal sah. Er berichtet nichts über den Entstehungsmechanismus und die Therapie dieser Luxationsform, erwähnt aber, daß er sie in der Literatur nicht beschrieben fand. 1945 berichteten allerdings KELLAM und MCGOEY bereits über den Fall einer "seltenen Luxation des Hamatum und Capitatum mit einer Interposition des Triquetrums zwischen diese verrenkten Knochen". Das von ihnen veröffentlichte Röntgenbild zeigt deutlich eine Luxation im Sinne der traumatischen Spalthand. Über Anamnese, Therapie und Katamnese berichten

allerdings auch sie nichts. Einen weiteren Hinweis auf eine solche Luxation konnte ich in der Literatur nicht finden.

In dem hier untersuchten Krankengut fand sich die traumatische Spalthand bei zwei Patienten. Die Verletzung im ersten Fall (Fall 34) war durch Kohlefall auf die linke Hand und den linken Unterarm entstanden. Bei der sofortigen Aufnahme ergab sich folgender Befund: 0,5 cm lange Schürfung auf dem Handrücken und 0,5 cm lange Platzwunde an der Beugeseite des Handgelenkes; an der Hand und an der Beugeseite des Unterarmes fand sich eine stark druckschmerzhafte Schwellung; die Beweglichkeit im Handgelenk war ebenso wie die der Fingergrundgelenke stark eingeschränkt. Die Röntgenuntersuchung zeigte eine erbsgroße Knochenabsprengung aus dem Hamatum und eine Verrenkung des Hamatum und des Pisiforme nach ulnar (Abb. 27). Die Reposition erfolgte in Allgemeinnarkose und wurde durch massive Vorextension des Handgelenkes unter Gegenzug am Ellbogen eingeleitet. Unter Bildverstärkerkontrolle kam es bei einem Nachlassen des Zuges bei gleichzeitiger Kompression der Handwurzelknochen zu einem regelrechten Aneinanderlegen. Die Röntgenkontrolle nach Anlegen einer langen volaren und dorsalen Gipsschiene zeigt einen regelrechten Aufbau der Handwurzel. Nach einer Woche wurde die Immobilisation durch einen kurzen Armrundgips mit Einschluß der langen Finger fortgesetzt. Die Röntgenkontrolle zeigte zu diesem Zeitpunkt, daß sich das Fragment des Hamatum in anatomiegerechter Stellung wieder angelagert hatte. Nach weiteren vier Wochen erfolgte die Abnahme des Gipsverbandes und die Einleitung der Übungsbehandlung. Es bestand noch eine Schwellung und Beweglichkeitseinschränkung des Handgelenkes und eine Einschränkung der Beweglichkeit der Finger. Röntgenologisch war die Verrenkung im Bereich der Handwurzel beseitigt, der Abbruch vom Hamatum war nur noch undeutlich zu erkennen. Die Bewegungsübungen wurden für weitere sechs Wochen fortgesetzt, die Gesamtdauer der Arbeitsunfähigkeit betrug 12 Wochen. Der Patient wurde zur Nachuntersuchung einbestellt, ist aber nicht erschienen.

Der zweite Patient (Fall 30) war mit seiner rechten Hand zwischen Ausbau und Hangendem eingequetscht. Bei der sofortigen stationären Aufnahme ergab sich folgender Befund: ausgedehnte Weichteilverletzung in der rechten Hohlhand im Bereich des Daumenballens, des Zeigefingers und auf der Beugeseite des Unterarmes; in sämtlichen Fingerspitzen wurde kein Gefühl angegeben; Durchblutungsstörungen waren nicht zu erkennen; die Beweglichkeit sämtlicher Finger sowie des Handgelenkes war aufgehoben. Röntgenologisch zeigte sich im anterio-posterioren Strahlengang eine Ulnarluxation des Hamatum mit den Mittelhandknochen 4 und 5, das Triquetrum ist zwischen Hamatum und Capitatum interponiert (Abb. 26). Auf Grund der ausgedehnten Weichteilverletzungen erfolgte die sofortige operative Wundrevision. Es zeigte sich, daß keine Sehnen zerrissen waren, jedoch die Muskulatur, vornehmlich die des M. opponens. Es fand sich eine längsverlaufende Spaltlinie in der Handwurzel zwischen Lunatum und Triquetrum. Das Triquetrum ließ sich leicht durch Zug an der Hand reponieren, die Bandverbindungen waren nur an der ulnaren Seite abgerissen. Die Handwurzelknochen Hamatum und Pisiforme, sowie die Mittelhandknochen 4 und 5 sind fest miteinander verbunden. Der ganze Komplex ließ sich unter Bildverstärkerkontrolle in anatomische Stellung bringen und durch drei gekreuzte Kirschnerdrähte percutan fixieren (Abb. 28 und 29). Nach der Spalthautdeckung des Hautdefektes erfolgte die Ruhigstellung auf einer Gipsschiene. Am folgenden Tag waren keine Gefühlsstörungen mehr festzustellen, eine aktive Beweglichkeit der Fingerspitzen war möglich. Nach acht Wochen wurden Gipsverband und Kirschnerdrähte entfernt und die Bewegungsübungen begonnen. Der Patient nahm 20 Wochen nach dem Unfall die Arbeit wieder auf, wegen der Unfallfolgen ist er seitdem in der Ausbildung der Lehrlinge beschäftigt. Die primäre Minderung der Erwerbsfähigkeit wurde nach einem Jahr von 30 % auf 20 % reduziert.

Bei der Nachuntersuchung waren seit dem Unfall mehr als neun Jahre vergangen. Der Patient klagte über Schmerzen im Handgelenk nach starker Belastung und über ein bisweilen

auftretendes Kältegefühl der Hand, wobei diese sich bläulich verfärbe. Objektiv fand sich eine deutliche Einschränkung der Beweglichkeit im Handgelenk, insbesondere die radiale Abduktion ist nicht möglich. Die grobe Kraft ist rechts gegenüber der unverletzten Seite herabgesetzt, ebenso fand sich eine relative Muskelminderung des rechten Armes; der Patient ist Rechtshänder. Sensibilitätsstörungen bestanden nicht. Röntgenologisch war allenfalls ein leicht verminderter Kalksalzgehalt der rechten Hand festzustellen. Die alte Verletzung ist nicht mehr zu erkennen (Abb. 30).

Wenn man die zwei Fälle von NIGST (1974), den einen Fall von KELLAM und MCGOEY (1945) und die beiden hier vorgestellten Fälle vergleicht, so fällt zunächst einmal auf, daß in allen fünf Fällen eine einheitliche Verrenkungslinie besteht, die immer zwischen dem 3. und 4. Handstrahl verläuft. Dies ist umso erstaunlicher, als in der gesamten Literatur kein einziger Fall beschrieben ist, bei dem eine andere, in Längsrichtung verlaufende Verrenkungslinie gefunden wurde. Eine gewisse Ähnlichkeit besteht allenfalls mit dem von BRÜCKNER (1962) beschriebenen Fall, der bereits erwähnt wurde.

Die Gemeinsamkeit der beiden Verrenkungsarten ist durch eine Verrenkungslinie gegeben, die einen Handstrahl von den übrigen abtrennt. Der wesentliche Unterschied zwischen der traumatischen Spalthand und BRÜCKNERS Fall besteht aber darin, daß der 1. Handstrahl durch die Fähigkeit der Opposition und Abduktion sowohl funktionell wie auch anatomisch eine Besonderheit darstellt. Diese anatomische Besonderheit ist in der Losgelöstheit des 1. Metacarpale von den übrigen Metacarpalia zu sehen, die durch kräftige Bandstrukturen auch an den distalen Enden verbunden sind.

Auf Grund der genauen Erinnerung des Patienten an den Unfallhergang war BRÜCKNER (1962) in der Lage, einen konkreten Luxationsmechanismus zu rekonstruieren. Dabei führt er die Verletzung auf eine in erster Linie auf den 1. Handstrahl einwirkende Kraft zurück, wobei dieser - der Patient hatte eine Stange im Untergriff gefaßt - durch die plötzlich ein-

wirkende Kraft dorsalflektiert und abduziert wurde.

Zur Erklärung des Mechanismusses bei der Trennungslinie zwischen dem 3. und 4. Handstrahl können nur die zwei Fälle dieser Serie dienen, da die beiden anderen Autoren keine Angaben über die Entstehung gemacht haben. Es ist aber zumindest auffällig, daß in beiden Fällen ein direkt einwirkendes, quetschendes Trauma vorliegt, welches das Handgelenk in dorsovolarer Richtung traf. In ihrem anatomischen Aufbau bildet die Handwurzel ein nach dorsal konvexes Gewölbe. Die Stützpfeiler dieses Gewölbes bilden auf der radialen Seite das Triquetrum mit dem distalen Pol des Naviculare und auf der ulnaren Seite das Pisiforme mit dem Hamatum bzw. den Hamulus ossis hamati. Eine von dorsal und volar gleichzeitig einwirkende Gewalt wird dieses Gewölbe an seiner schwächsten Stelle zerstören. Infolge der Abduktionsfähigkeit des 1. Strahles wird die Konvexität auf der radialen Seite verringert, und damit die Stabilität erhöht. Dies ist auf der ulnaren Seite nicht möglich, vielmehr ist die palmare Konkavität durch den weit vorspringenden Hamulus ulnar noch größer als radial. Der Hamulus kann sogar ein gewisses Hypomochlion darstellen, um welches sich der Körper des Hamatums drehen kann. Dabei kommt es einmal zum Zerreissen der Bandverbindungen zwischen Capitatum und Hamatum und zwischen dem 3. und 4. Mittelhandknochen an deren Basis. Zum anderen ist demnach ein Abbrechen des Hamulus möglich.

In dem ersten der beiden hier vorgestellten Fälle spricht das erbsgroße Knochenfragment für diese Theorie. Leider wurde damals keine Ansicht des Carpaltunnels in der von HART und GAYNOR (1941) beschriebenen Weise angefertigt, die die Identität dieses Fragmentes als Hamulus hätten sichern können.

Ein weiterer Grund für das ausschließliche Auftreten der Trennungslinie zwischen dem 3. und 4. Handstrahl ist die Tatsache, daß die Verlängerung dieser Trennungslinie auf den Gelenkspalt im distalen Radioulnargelenk zuläuft, wodurch der radial dieser Linie liegende Teil der Handwurzel durch den distalen Radius geschützt wird.

Beide Theorien sind aber nicht in der Lage, die Interposition des Triquetrums zwischen das Capitatum und das Hamatum zu erklären.

4. Perilunäre Luxationen:

Die Häufigkeit der perilunären Luxation, bezogen auf alle Verletzungen der Handwurzel, wird in der Literatur übereinstimmend mit 10 % angegeben. Dies ist wohl auf die von BÖHLER (1954) aufgestellte Statistik bezogen, der bei 826 Handwurzelverletzungen genau 82 perilunäre Luxationen inclusive aller Variationen dieser Luxation fand. Unter den hier untersuchten 50 Patienten fand sich die perilunäre Luxation 18 mal (36 %), wobei allerdings in diesem Krankengut die Frakturen des Naviculare, die bei BÖHLER (1954) 50 % ausmachen, ausgenommen waren.

Aus der Annahme, daß die reine perilunäre Luxation allen Verrenkungen der unreinen Gelenklinie zugrunde liegt, muß ein für alle diese Verrenkungen gleicher oder zumindest sehr ähnlicher Mechanismus gefolgert werden.

Für das verursachende Trauma ist nach PERSCHL (1949) und SCHNEK (1930) weniger die Stärke dieses Traumas als vielmehr sein plötzliches Einwirken notwendig. Es ist daher auch unerheblich, ob der Sturz auf die Hand, der in den meisten Fällen diese Verletzung hervorruft, aus großer Höhe oder nur von einem Stuhl oder gar nur aus dem Stand heraus erfolgt. Meist befindet sich die Hand dabei in einer Stellung dorsaler Flexion, die zum überwiegenden Teil in der intercarpalen Gelenklinie ausgeführt wird. Diese Gelenklinie wird vom Naviculare überbrückt, welches proximal mit dem Lunatum und distal mit dem Capitatum verbunden ist. Eine weitere anatomische Grundlage ist die Tatsache, daß Naviculare, Trapezoideum, Capitatum, Hamatum und Triquetrum einen durch das Lig. carpi transversum volare verbundenen Block bilden, der seitlich noch durch die Ligg. pisohamatum bzw. pisotriquetrum und das Lig. multangulonaviculare verstärkt wird. Das Lunatum ist mit seinen stärksten Bandverbindungen am distalen

Radius befestigt.

Bei der extremen Dorsalflexion kommt es zu einem Anstoßen des Capitatums gegen die dorsale Radiuskante. Durch diese Hebelwirkung werden die am schwächsten ausgebildeten volaren Bänder zwischen Lunatum und Capitatum zerrissen, was zu einem Auseinanderklaffen dieses Gelenkes führt. Wenn durch die dorsale Radiuskante nun noch die dorsalen Bänder zwischen Lunatum und Capitatum zerrissen werden, kann das Capitatum mitsamt den anderen Handwurzelknochen des erwähnten Blockes nach dorsal luxieren. Es resultiert die reine perilunäre Luxation nach dorsal. Dabei kann es geschehen, daß auch das dorsale Lig. radiolunatum zerreißt und das Lunatum dann durch die anderen Handwurzelknochen aus seiner normalen Beziehung zum Radius verdrängt wird (Abb. 13).

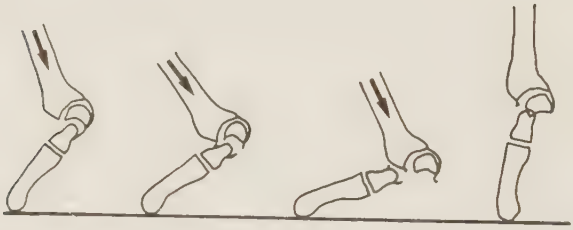

Abb. 13: Schema der Entstehung der perilunären Dorsalluxation bei extendiertem Handgelenk nach SCHNEK (1930).

Neben dieser Entstehungsmöglichkeit kann sich die perilunäre Luxation auch aus einer Stellung der volaren Flexion heraus entwickeln. Dies ist dann möglich, wenn ein Sturz mit den volarflektierten Mittelhandköpfchen aufgefangen wird. Durch diese extreme Volarflexion reißen die dorsal maximal gespannten Bänder ein. An diesem Punkt bestehen nun zwei Möglichkeiten der weiteren Entwicklung. Einmal kann bei fortbestehender Volarflexion das Capitatum über das hintere Mondbeinhorn hinwegrutschen - wobei dies auch abgebrochen werden kann. Da das Capitatum sich dann mit den anderen Handwurzel-

knochen dorsal des Lunatums einstellen kann, resultiert die dorsale perilunäre Luxation wie bei dem vorher beschriebenen Mechanismus bei der Dorsalflexion. Zum anderen ist es möglich, daß das Capitatum sich nach volar einstellt, bzw. daß der Unterarm über das Capitatumköpfchen hinwegschießt. Hierdurch entsteht dann die sehr seltene perilunäre Luxation nach volar. Da das Lig. radiocarpeum volare deutlich stärker ist als das dorsale, ist ein Hinausdrücken des Lunatums aus seiner Stellung zum Radius bei der volaren Luxation unwahrscheinlich. Häufig sieht man es aber bei den dorsalen perilunären Luxationen (Abb. 14 und 15).

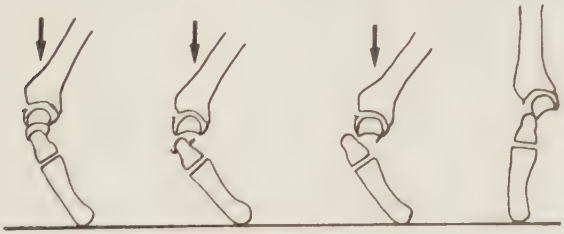

Abb. 14: Schema der Entstehung der perilunären Dorsalluxation bei flektiertem Handgelenk nach SCHNEK (1930).

Aus dem beschriebenen Mechanismus ist klar abzuleiten, daß die sogenannte isolierte Luxation des Lunatum eine Folge der perilunären Luxation darstellt. Trotzdem konnte PERSCHL (1949) einen Entstehungsmechanismus für eine solche Lunatumluxation darstellen, von der er aber selbst zugibt, daß sie im Vergleich zu der sogenannten Enukleation des Lunatums durch die anderen Handwurzelknochen sehr selten ist. Danach reißt bei den isolierten Luxationen bei der Dorsalflexion nicht das Band zwischen Lunatum und Capitatum, sondern das stärkere Band zwischen Lunatum und Radius, so daß ersteres mit dem Capitatum in Verbindung bleibt, was für die Differentialdiagnose bedeutsam sein kann.

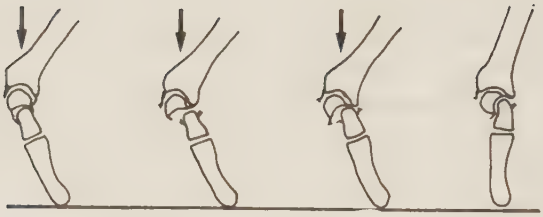

Abb. 15: Schema der Entstehung der perilunären Volarluxation nach SCHNEK (1930).

Das Heraushebeln des Lunatums aus seiner anatomiegerechten Stellung führt SCHNEK (1930) auf die sekundäre Schrumpfung der Bänder zurück und glaubt, aus den verschieden starken Dislokationen, die er in einzelne Phasen einteilt, in gewissen Grenzen auf das Alter der Luxation rückschließen zu können. Dieser Annahme wird von PERSCHL (1949) stark mit der Begründung widersprochen, daß er auch bei sehr frischen Luxationen schon extreme Dislokationen bis hin zu einer Drehung des Lunatums um 270° gesehen habe. Obwohl er die Drehung des Lunatums auch in einzelne Phasen einteilt, führt er diese aber einzig und allein auf die Stärke und die Dauer des Traumas zurück, was auch durch den Entstehungsmechanismus untermauert wird.

Wenn eingangs der Einfluß anatomischer Variationen von Knochen des Handgelenkes auf die Entstehung von Luxationen der Handwurzel erwähnt wurde, so muß an dieser Stelle auf eine Variante im Neigungswinkel der distalen Radiusgelenkfläche eingegangen werden. Diese distale Gelenkfläche des Radius ist bisweilen stärker als normal nach volar geneigt, man spricht vom "Konsolenradius", der in der Regel doppelseitig ausgebildet ist. SCHNEK (1930) bemerkte bei Patienten mit diesem Nebenbefund eine Häufung von doppelseitigen Handwurzelverletzungen und postulierte aus dieser "traumatischen Anfälligkeit" für die ansonsten seltenen Handwurzelverletzungen einen kausalen Zusammenhang mit dem Konsolenradius. Obwohl immer wieder bilaterale Handwurzelverletzungen beschrie-

ben werden (VOORHOEVE, 1971, FITZGERALD, 1950), wurde dabei nie auf das gleichzeitige Vorliegen eines Konsolenradius hingewiesen. PERSCHL (1949) bestreitet die Kausalität auch aus der Beobachtung heraus, daß ein Konsolenradius unter den Handwurzelverletzungen recht selten ist und andererseits diese Variante oft ohne Handwurzelverletzung vorkommt.

Die Überlegungen zur Entstehung der perilunären Luxation führen aber noch zu einer weiteren Konsequenz. Das Naviculare bildet innerhalb der Handwurzel eine Verbindungsstange zwischen proximaler und distaler Handwurzelreihe. Sein proximales Ende ist mit dem Lunatum, sein distales Ende mit dem Capitatum fest verbunden. Bei einer perilunären Luxation muß es daher entweder seine Verbindung zum Capitatum oder zum Lunatum aufgeben, oder es muß zerbrechen. Die Häufigkeit der transnaviculären perilunären Luxation wird dadurch erklärt. Wichtig ist auch, daß das Naviculare in jedem Fall bei der Luxation mitbeteiligt sein muß. Kommt es aber zu keiner Fraktur, so wird meist die Verbindung zum Capitatum beibehalten, da diese Bänder die stärkeren sind. Hierdurch erklärt sich die Seltenheit der perinaviculären perilunären Luxationen. Wenn aber die Bänder zwischen Lunatum und Naviculare zerrissen sind, kann es nach Wiederherstellung der Gelenkverbindung zwischen Capitatum und Lunatum zu einer Subluxationsstellung des Naviculares kommen, die sich als naviculo-lunäre Diastase im anterio-posterioren Röntgenbild zeigt (BECK, 1971, CAMPBELL et al., 1965). Diese Subluxation kann die Retention der Reposition erheblich erschweren und muß dann entsprechend mitbehandelt werden (NIGST, 1974). Bei transnaviculären perilunären Luxationen ist diese Diastase aus den besprochenen Gründen nicht möglich.

Eine typische Altersverteilung ergibt sich für die perilunären Luxationen in dem Sinne, daß das Alter zwischen 20 und 40 Jahren eindeutig bevorzugt ist. Eine Erklärung dafür sieht PERSCHL (1949) darin, daß gleichartige Traumata im jüngeren Alter vorwiegend zu einer Epiphysenlösung und bei älteren Patienten zur Radiusfraktur loco classico führen.

Ein Häufigkeitsunterschied zwischen der rechten und linken Hand besteht nicht, ebenso ist die Verletzung keine typische Verletzung durch einen Arbeitsunfall.

Das Kardinalproblem der perilunären Luxation besteht in der Diagnostik. Obwohl bei sehr frischen Fällen einige klinische Anzeichen für diese Verletzung bestehen und sie im Röntgenbilde mit nur wenig Übung erkannt werden kann, wird diese Verletzung außerordentlich häufig nicht erkannt. Ein Beweis dafür ist der hohe Prozentsatz der veralteten Luxationen, die oft nach monatelanger Verzögerung erst erkannt werden. Sehr häufig werden dabei unmittelbar nach dem Unfall Röntgenaufnahmen angefertigt, die aber nicht richtig interpretiert wurden. In der Literatur (MOTTA, 1962) wird ein Fall einer perilunären Luxation erwähnt, deren Träger sechsmal in anderen Häusern geröngt worden war, ohne daß die Luxation erkannt worden war. JAHNA (1965) berichtet von einem Fall, der 30 Jahre nach dem Unfall in nicht reponiertem Zustand zur Beobachtung kam. Es ist bekannt, daß die Häufigkeit der Luxationen in den Abteilungen größer ist, in denen man auch verstärkt auf diese Luxationen Obacht gibt. Da man aber nicht davon ausgehen kann, daß die Handwurzelverletzungen in dem Krankengut dieser Abteilungen selektiv gehäuft vorkommen, muß man daraus folgern, daß solche Verletzungen häufig übersehen werden. Dies passiert aber vor allem demjenigen, der sich ihres Vorkommens nicht bewußt ist und der nicht bei jeder "Distorsion" des Handgelenkes die Differentialdiagnose einer wie auch immer gearteten Carpalschädigung in Erwägung zieht.

Die Symptomatik der perilunären Luxation in allen ihren Varianten ist am deutlichsten ausgeprägt im ganz frischen Stadium, bevor die traumatische Schwellung einsetzt. Durch diese werden dann die Symptome teilweise wieder verwischt. Die typische Stellung der Hand ist die sogenannte Gabelrückenstellung. Dabei ist das Handgelenk leicht dorsal gebeugt, die Finger stehen in Mittelstellung zur halben Faust geschlossen, wobei der Mittelfinger infolge des nach volar

herausluxierten Mondbeins stärker gebeugt sein kann. Das herausluxierte Mondbein ist auf der Beugeseite des Handgelenkes bisweilen gut zu palpieren, in diesen Fällen kann man dann auf dem Handrücken eine Grube bzw. die proximale Kante des Capitatums tasten. Bei der volären perilunären Luxation sind diese Verhältnisse entsprechend umgekehrt. Als Folge des Verlustes der normalen Beziehung vom Lunatum zum Capitatum ist der Längsdurchmesser der Handwurzel verkürzt, wodurch das Einlegen einer Fingerkuppe in die Grube zwischen dem Processus styloideus und der Basis des 1. bzw. 5. Mittelhandknochens nicht mehr möglich ist. Neben diesen Symptomen, die durch die recht bald eintretende Schwellung verwischt werden, bleiben die durch das gestörte Gefüge der Handwurzelknochen entstandenen Bewegungseinschränkungen natürlich bestehen. Diese Bewegungseinschränkung bezieht sich nicht nur auf die Beweglichkeit im Handgelenk, sondern auch auf die der Finger. Nach PERSCHL (1949) besteht eine abnorme passive Beweglichkeit der Hand gegen den Unterarm in dorsovolarer Richtung.

Das klinische Bild der veralteten perilunären Luxation wird einmal durch die genannten Bewegungseinschränkungen und zum anderen durch diejenigen Symptome beherrscht, die Ausdruck einer Druckschädigung des N. medianus sind. Zu diesen Anzeichen gehören Anästhesien oder Parästhesien, bläulich livide Verfärbungen, sowie Verschmächtigungen der kleinen Handmuskulatur im Verteilungsgebiet dieses Nerven. Die Häufigkeit der Beeinträchtigungen des N. medianus wird in der Literatur überall mit einem recht hohen Prozentsatz angegeben, bei den hier untersuchten 18 perilunären Luxationen fand sie sich jedoch nicht. Es soll aber bereits an dieser Stelle betont werden, daß selbst Ausfälle des N. medianus, die schon seit einigen Monaten bestanden haben, bei adäquater Therapie eine sehr günstige Prognose haben.

Wenn auch in Einzelfällen auf Grund der beschriebenen Symptomatik die Diagnose einer perilunären Luxation sehr wahrscheinlich sein kann, muß die Diagnose jedoch immer

durch Röntgenaufnahmen gesichert werden. Für diese röntgenologische Untersuchung werden neben den routinemäßigen Aufnahmen in anterio-posteriorer und streng lateraler Ansicht auch Aufnahmen in einer Stellung von 45° Pronation und Supination gefordert. Während der Verlust der anatomischen Beziehung des Lunatums zum Capitatum auf den streng lateralen Ansichten am deutlichsten ist, fällt bei den anterio-posterioren Aufnahmen häufig eine Dreiecksform des Lunatums mit Überlagerung anderer Handwurzelknochen auf (Abb. 31). Die Schrägaufnahmen dienen in erster Linie zur Erkennung bzw. zum Ausschluß der oft zusätzlichen knöchernen Verletzungen innerhalb der Handwurzel, besonders derer des Os naviculare. Zur besseren Beurteilung der Verhältnisse können vergleichende Aufnahmen des contralateralen Handgelenkes angezeigt sein (Abb. 16).

Abb. 16: Schematische Darstellung der Position der Handgelenke zur Röntgenuntersuchung bei Verdacht auf eine Handwurzelverletzung nach CAMPBELL et al. (1964).

In gewissen Grenzen ist es möglich, anhand der Unterschiede im Kalksalzgehalt eine Aussage über das Alter der Luxation zu treffen. Dies ist dann möglich, wenn sich das Lunatum bei ansonsten herabgesetztem Kalksalzgehalt des Handgelenkes relativ kalkreich darstellt. Es handelt sich dann mit Sicherheit um eine ältere (2 - 4 Wochen) Luxation, bei der das Handgelenk wegen der Aktivitätseinschränkung im Kalksalzgehalt vermindert ist, dem Lunatum aber sein ursprüng-

licher Kalksalzgehalt infolge der reduzierten Blutversorgung erhalten geblieben ist.

Differentialdiagnostische Schwierigkeiten können auch durch die Frage entstehen, ob es sich bei einer erkannten, frischen perilunären Luxation um einen frischen oder veralteten Kahnbeinbruch handelt, bei dem eine fibröse Vereinigung der Fragmente vorliegt. Dies ist für die Therapie von entscheidender Bedeutung. Die veraltete Navicularefraktur ist nach SCHNEK (1930) durch eine Osteophytenbildung in Form eines spitz auslaufenden Processus styloideus radialis zu erkennen.

Die Behandlung der perilunären Luxation muß sich danach richten, wieviel Zeit seit dem Unfallereignis verstrichen ist. Bei frischen Luxationen ist die geschlossene Reposition mit anschließender Immobilisation die allgemein anerkannte Behandlungsmethode. Die Meinung darüber, was unter dem Begriff "frisch" zu verstehen ist, d. h. wie lange die geschlossene Reposition noch möglich ist, gehen bereits auseinander. Während CAVE (1941) von wenigen Tagen spricht, geht eine Reihe anderer Autoren von einer Zeitspanne von zwei bis vier Wochen aus (BÖHLER, 1954, CAMPBELL et al., 1964, MCAUSLAND, 1944, MOTTA, 1962, RUSSELL, 1949, VOORHOEVE, 1971). In der neueren Zeit nennen JAHNA (1965) und NIGST (1974) Zeitspannen von fünf bis sechs Wochen, nach denen ihnen Repositionen auf konservativem Wege noch gelungen sind. Auf Grund der allgemein anerkannten Tatsache, daß durch geschlossene Repositionen die besten Ergebnisse erzielt werden, sollte man der Empfehlung von NIGST (1974) folgen und zunächst eine konservative Reposition versuchen, sich aber so einrichten, daß nötigenfalls die operative Reposition sofort angeschlossenen werden kann.

Die Vergrößerung der Zeitspanne, in der die konservative Reposition erfolgreich durchgeführt werden kann, ist vermutlich auf die verbesserte Technik der Relaxierung zurückzuführen, die für das Erreichen einer genügenden Distraktion eine Grundvorraussetzung darstellt (CAMPBELL et al., 1964).

Auch über die Frage der Durchführung der konservativen Reposition ist viel diskutiert worden. DAVIS (1927) beschrieb die sogenannte Besenstielmethode, bei der ein Besenstiel über die Beugeseite des Handgelenkes gerollt wird, der das Lunatum wieder an seinen Platz pressen sollte. MCAUSLAND (1944) empfiehlt als Vorgehen bei der Reposition eine gewaltsame Dorsalflexion mit anschließender Volarflexion bei fortwährendem Zug am Handgelenk und dorsaler Druckanwendung über dem Capitatum. Da sich das Capitatum bei allen Luxationen stets dem Radius genähert hat, und somit den alten Platz des Lunatum zumindest teilweise besetzt hält, ist es klar, daß durch einfache manipulatorische Maßnahmen eine Wiederherstellung der normalen Gelenkverhältnisse nicht erreicht werden kann. Die einzige Möglichkeit der konservativen Reposition stellt daher die Anwendung eines Längszuges an der Hand mit Gegenzug am Ellbogen dar, der die Distraktion im Handgelenk ermöglicht. Man erreicht eine solche Distraktion, indem man an der Hand und am Unterarm ein Gewicht von je bis zu sieben kg ziehen läßt. Die Dauer des Zuges sollte mindestens 10 - 15 Minuten betragen, maximal sollte sie bis zu 30 Minuten ausgedehnt werden. Bei dieser Extension des Handgelenkes, die die alte Lücke für das Lunatum wiederherstellt, wird das verrenkte Lunatum in vielen Fällen durch die bei der Extension angespannten Beugesehnen der Finger in diese Lücke zurückgedrängt. Ist dies nicht der Fall, können zusätzliche Maßnahmen angewandt werden, um dieses Zurückspringen zu erreichen. Die einfachste ist die eines leichten Druckes auf das noch volar liegende Lunatum.

Größere Schwierigkeiten können sich ergeben, wenn sich das Lunatum zusätzlich im Sinne einer Pronation oder Supination verdreht hat. PERSCHL (1949) erwähnt in diesem Fall einen alten Lehrsatz, nach dem das periphere Bruchstück in die Achse des zentralen zu bringen ist. Dementsprechend ist also die Hand zu pronieren oder zu supinieren, um so das verdrehte Lunatum wieder an seinen Platz zu bringen. Ein anderes Hilfsmittel benutzte MÜLLER (1938), der das luxierte und um die Längsachse gedrehte Lunatum dadurch reponierte, daß er mit

Hilfe eines perkutan eingeführten Kirschnerdrahtes einen direkten Druck auf das Lunatum ausüben konnte.

Neben der Pronation bzw. der Supination, die im distalen Unterarmdrehgelenk geschieht, erwähnt LANZ (1968) eine andere Art von Supination und Pronation der Hand gegen den Unterarm, die in der Art. radiocarpea stattfindet. Im normalen Handgelenk ist diese Drehbewegung nur in einem geringen Ausmaß möglich, bei der Durchtrennung einiger Bänder um das Lunatum herum nimmt dieses Ausmaß sofort um vieles zu. Anhand anatomischer Studien wies er nach, daß die Hinzunahme dieser Pronation und Supination bei der Reposition zusätzlich zu den üblichen Maßnahmen geeignet sein könnte, das Ausmaß der notwendigen Extension und des dadurch bedingten Traumas zu verringern.

Nach der Reposition sollte das Handgelenk für eine Zeit von drei bis vier Wochen ruhiggestellt werden. Der Zweck dieser Immobilisation ist der, die Reposition so lange in ihrer Stellung zu halten, bis sich das Handgelenk durch die Ausheilung der zerrissenen Bandstrukturen gefestigt hat. Die Empfehlung MCAUSLANDS (1944), das Handgelenk in einer Beugestellung von 30 - 40° zu immobilisieren, steht daher auch nicht im Einklang mit der Praxis anderer Autoren, die in funktionsgerechter Stellung in leichter Dorsalflexion immobilisieren. Auf die freie Beweglichkeit der Finger und des Ellbogens sollte dabei geachtet werden, Bewegungsübungen in diesen Gelenken sollten sogar während der Immobilisationszeit durchgeführt werden.

Bei den veralteten Fällen, bei denen die konservative Reposition nicht mehr erfolgreich ist, oder bei den Fällen, bei denen diese Reposition nicht gehalten werden kann, wird von allen Autoren die operative Reposition als Methode empfohlen, die zunächst versucht werden sollte. Eine Ausnahme bildet RUSSELL (1949), der bei fünf Patienten, die mit veralteten Luxationen nach einem Zeitraum von zwei Wochen bis drei Monaten zu ihm kamen, viermal das Lunatum primär excidierte. Der Vorteil der operativen Reposition gegenüber der ge-

schlossenen liegt zum einen in der Möglichkeit, die Bindegewebsmassen im alten Bett des Lunatums auszuräumen, so daß dieses wieder in seine normale Stellung reponiert werden kann, zum anderen in der gleichzeitigen inneren Fixierung zur besseren Erhaltung einer einmal erreichten Reposition. Während MCAUSLAND (1944) die operative Reposition für die beste Behandlungsmethode bei den Luxationen hält, die zwischen zwei und sechs Wochen alt sind, berichten CAMPBELL et al. (1964) von einer geglückten operativen Reposition nach sechs Monaten, durch die ein gutes Ergebnis erzielt wurde. Ebenso wie sie halten alle anderen Autoren eine Luxation nach mehr als sechs Monaten selbst durch operative Methoden nicht mehr für reponibel.

Da aber häufig noch Luxationen in die Behandlung kommen, bei denen nach dem Unfall mehr als sechs Monate verstrichen sind, bleiben in diesem Stadium nur noch die Möglichkeiten einer Handgelenksarthrodese oder einer Excision des Lunatums. Der Versuch von MOTTA (1962), der eine Plexiglasprothese implantierte, war erfolglos - die Prothese luxierte aus ihrem Lager und mußte entfernt werden.

Durch eine Arthrodese lassen sich sowohl Schmerzfreiheit, volle Kraft und die volle Beweglichkeit der Finger erzielen. Der Preis dafür ist aber der unwiederbringliche Verlust der Beweglichkeit im Handgelenk, die für die "Feineinstellbarkeit" (TISCHER, 1972) der Hand verantwortlich ist. Der Nachteil einer Excision des Lunatums wird durch die nachfolgenden Störungen des gesamten Gefüges der Handwurzel erklärlich. Die anfänglich gute Beweglichkeit, sowie die Schmerzfreiheit wird sich im Laufe der Jahre durch die einsetzende Arthritis deformans verschlechtern.

Die Excision wird von einigen Autoren als palliatives Vorgehen zur Linderung von Schmerzen angegeben, die durch Druck des Knochens auf den N. medianus entstehen (PERSCHL,1949, SCHNEK, 1930). VOORHOEVE (1971) entfernte das Lunatum bei sieben Patienten, bei denen die Schädigungen des Medianus zwischen zehn Wochen und sechs Monaten alt waren. Die Medianus-

schäden wurden in allen Fällen behoben, für die Beurteilung der Funktion des Handgelenkes erscheint mir seine Beobachtungszeit von durchschnittlich neun Monaten aber zu kurz, um gültige Konsequenzen daraus ziehen zu können.

Die Arthrodese des Handgelenkes wird bei einem Nichtgelingen der operativen Reposition von PERSCHL (1949), SCHNEK (1930), WAGNER (1956), NIGST (1974) und MOTTA (1962) befürwortet. Nach Ansicht von CAMPBELL et al. (1964) "sollten Arthrodesen auf die Handgelenke beschränkt werden, die durch Arthritis so stark betroffen sind, daß sie für die Entfernung von Handwurzelknochen ungeeignet sind." Sie plädieren jedoch nicht für die Excision des Lunatums allein, sondern empfehlen die Excision der gesamten proximalen Handwurzelreihe.

Ein ähnliches Vorgehen wurde bereits 1948 von STACK empfohlen. Dieser erklärte die nach einer Excision des proximalen Navicularefragmentes auftretenden Gelenkbeschwerden als Folgen eines chronischen Entzündungsreizes, welcher durch die Inkongruenz der Gelenkflächen nach den sekundären Verschiebungen innerhalb der Handwurzel entstanden war. Seine Konsequenz aus diesen Überlegungen war die Entfernung sowohl des Naviculare als auch des Lunatum, da beide Knochen zusammen als "scaphoido-lunäres System" in der Mechanik des Handgelenkes zusammenagieren. Da aber bei dieser Operationsmethode wegen der Entfernung des Naviculare auch der Ansatzpunkt des Lig. collaterale radiale entfernt wird, kommt es oft zu einem Abrutschen der Hand nach radial.

Dies wird bei der von STEINHÄUSER (1968) beschriebenen Exstirpation des Lunatums mit gleichzeitiger Zweidrittelresektion des proximalen Naviculares verhindert. Die Ergebnisse, die TISCHER (1972) mit dieser Operationsmethode bei Luxationen erzielte, die zwischen sechs Wochen und sechseinhalb Monaten alt waren, lassen vermuten, daß hier eine Lösung des Therapieproblems der veralteten Luxationen liegen kann.

Ein für den Therapieerfolg bedeutsamer Aspekt ergibt sich aus der von BECK (1974) und CAMPBELL et al. (1965) beschrie-

benen scaphoidolunären Subluxationen, die ich bereits erwähnte. Eine häufige Ursache dieser Subluxationen sind die perilunären Luxationen, nach deren Reposition sie zurückbleiben können. Das klinische Bild ist gekennzeichnet durch Schmerzen und Bewegungseinschränkung im Handgelenk, Kraftminderung und bisweilen durch ein Schnappen im Handgelenk bei Dorsalflexion. Diese Symptomatik entspricht der der perilunären Luxation und kann daher durch diese verdeckt werden. Im dorsovolaren Röntgenbild, welches nach der Reposition einer perilunären Luxation ohnehin aus Kontrollgründen angefertigt wird, ist aber deutlich die Diastase zwischen Lunatum und Naviculare zu erkennen. Im Seitenbild erkennt man die Kippung des Naviculares nach volar, die Gelenkverbindung zum Trapezium ist im Gegensatz zur echten Navicularelуxation erhalten. Infolge der zerrissenen Bandverbindung zum Lunatum bleibt das Naviculare bei Dorsalflexion des Lunatums in seiner ursprünglichen Lage.

Das Auftreten der scaphoidolunären Subluxation ist bei perilunären Luxationen nach BECK (1974) eine Indikation zur offenen Reposition. Dabei werden die zerrissenen Bänder genäht und die Reposition kann zusätzlich durch einen Kirschnerdraht durch Naviculare und Lunatum gesichert werden. BECK (1974) erwähnt sogar die mögliche Notwendigkeit einer intercarpalen Arthrodese. In einem Fall dieser Serie, bei dem diese scaphoidolunäre Diastase nach einer transtriquetralen perilunären Luxation bestand, wurde die Subluxationsstellung operativ behoben und durch zwei Kirschnerdrähte gesichert (Abb. 32 und 33).

Die reinen perilunären Luxationen dieser Serie sollen im Anschluß an die Besprechung der transnaviculären und der transtriquetralen perilunären Luxationen gemeinsam mit diesen vorgestellt und besprochen werden.

C DIE LUXATIONSFRAKTUREN

a) Perilunäre Luxationen mit zusätzlichen Frakturen anderer Handwurzelknochen

Obwohl theoretisch alle Handwurzelknochen bei einer perilunären Luxation mit frakturiert sein können, sind von praktischem Interesse nur die Frakturen des Naviculares und des Triquetrums, d. h. die transnaviculären und die transtriquetralen perilunären Luxationen.

Die transnaviculäre perilunäre Luxation, die erstmals 1902 von DE QUERVAIN beschrieben wurde, ist - wie besprochen - nur eine Variante der reinen perilunären Luxation. Eine Sonderstellung nimmt sie aber wegen der Verschiedenheit in der Therapie ein. Für den Entstehungsmechanismus gelten dieselben Prinzipien wie für die reinen Luxationen. Das Naviculare ist durch seine Rolle als Verbindungsstange zwischen distaler und proximaler Handwurzelreihe und durch die Einbeziehung in den bereits beschriebenen Block der das Lunatum umgebenden Handwurzelknochen bei der perilunären Luxation immer mitbeteiligt. Kommt es aber wegen der Festigkeit der Bandverbindungen nicht zu deren Zerreissen, muß das Naviculare brechen. Nach SCHNEK (1930) sind dabei die Navicularefrakturen bei ulnar abduzierter Hand häufiger als bei radialer Abduktion, da bei der radialen Abduktion das Naviculare sich weitestgehend an die Radiusgelenkfläche anschmiegt und dadurch einen gewissen Schutz erhält.

Symptomatik und Diagnostik entsprechen den Prinzipien der reinen perilunären Luxation, ein zusätzliches Zeichen ist die Druckschmerzhaftigkeit in der Tabatière, die für die Navicularefraktur typisch ist. Auf die differentialdiagnostische Unterscheidung einer alten oder frischen Navicularefraktur bei frischer perilunärer Luxation ist bereits eingegangen worden.

Die Therapie der transnaviculären perilunären Luxation muß neben der Reposition der Luxation auch für eine knöcherne Ausheilung der Navicularefraktur Sorge tragen. Beide Ziele

müssen, wenn ein gutes Ergebnis erzielt werden soll, gleichermaßen erreicht werden. Daß diese Ziele aber schon im einzelnen schwer zu erreichen sein können, ist aus den beschriebenen Problemen der Reposition einer reinen perilunären Luxation zu ersehen, sowie aus der Tatsache, daß eine Pseudarthrose des Naviculares nach isolierter Fraktur dieses Knochens trotz adäquater Therapie recht häufig ist.

Die Reposition stellt bei den Verrenkungsbrüchen nach De Quervain eine conditio sine qua non für die Ausheilung der Navicularefraktur dar. Andererseits kann durch die Navicularefraktur das Halten der Reposition wesentlich erschwert sein. Die Durchführung der Reposition muß daher im zeitlichen Ablauf der Therapie immer an erster Stelle stehen. Sehr häufig kommt es bei der Reposition der perilunären Luxation auch zu einer ausreichend guten Stellung der Navicularefragmente. Es ist daher auch nicht verwunderlich, daß übereinstimmend der Versuch einer konservativen Reposition bei frischen Verletzungen empfohlen wird. Die Dauer der Ruhigstellung im Anschluß an die erfolgreiche Reposition richtet sich aber nach der Heilung der Navicularefraktur. Sie beträgt gewöhnlich ca. 12 Wochen, kann aber in einzelnen Fällen auch verzögert sein. Die Gipsbehandlung erfolgt daher bis zum röntgenologischen Nachweis der Verknöcherung der Navicularefraktur. Die zeitliche Grenze, innerhalb derer der Versuch einer konservativen Reposition Aussicht auf Erfolg hat, wird von VOORHOEVE (1971) und JAHNA (1965) mit fünf bis acht Wochen angegeben, sie weisen aber beide darauf hin, daß es bereits nach ein bis zwei Wochen notwendig werden kann, ein operatives Vorgehen zu wählen. Eine primär konservativ nicht reponierbare Luxationsfraktur wurde von WEISS et al. (1970), sowie von HENKE und STOLTZE (1975) beschrieben.

Das operative Vorgehen ist immer dann indiziert, wenn 1. die geschlossene Reposition nicht möglich ist, 2. wenn ein exaktes Aufeinanderstellen der Bruchflächen des Naviculares nicht möglich ist und 3. wenn die Reposition nicht gehalten werden kann. Das Aufeinanderstellen der Bruchflächen ist für die Heilung der Navicularefraktur von großer Bedeutung.

WAGNER (1956) erwähnt, daß die Wahrscheinlichkeit einer avaskulären Nekrose des proximalen Naviculare fragmentes schon bei genauester Reposition bei 50 % liegt; bei nicht exakter Reposition beträgt sie fast 100 %. Aus Furcht vor dieser avaskulären Nekrose empfiehlt MCAUSLAND (1944) auch die sofortige Excision des Lunatums und des proximalen Naviculare fragmentes. Ob die Furcht vor dieser Nekrose allein die Entfernung der beiden Knochen rechtfertigen kann, ist fraglich.

Während die Nekrose in den älteren Literaturquellen die führende Rolle bei den Komplikationen spielte, steht bei den Autoren der jüngeren Zeit die Entwicklung einer Pseudarthrose des Naviculares im Vordergrund.

Das angebliche Zurückgehen der Nekrosen des proximalen Naviculare pols könnte in der von WAGNER (1956) beschriebenen "schleichenden Substitution" zu sehen sein. Er beobachtete, daß das proximale Fragment, welches primär alle Zeichen einer avaskulären Nekrose geboten hatte, nach sieben Monaten anhaltender Immobilisation zu Zweidritteln wieder normale Strukturen zeigte. Offensichtlich handelte es sich bei diesen "Nekrosen" nur um eine Verminderung des Kalksalzgehaltes der umliegenden Knochen infolge der Inaktivität, wie es bereits bei der perilunären Luxation für das Lunatum beschrieben wurde.

Die andere Komplikation, die Pseudarthrose des Naviculare, wird sehr häufig gesehen. Sie ist nicht nur eine Komplikation des De Quervain'schen Verrenkungsbruches, sondern auch der isolierten Naviculare frakturen. Nach VOORHOEVE (1971) sind allerdings die funktionellen Ergebnisse bei den Pseudarthrosen, die nach einer Luxationsfraktur entstehen, schlechter als diejenigen, die nach einer isolierten Fraktur entstehen. Dies ist nach seiner Ansicht darauf zurückzuführen, daß bei einer bestehenden Pseudarthrose des Kahnbeines das Handgelenk nicht ausreichend genug bewegt wird, um die aus der Luxation resultierenden Schrumpfungen des Bandapparates zu trainieren.

Bei 44 transnaviculären perilunären Luxationen bemerkte

JAHNA (1965) 20 Pseudarthrosen des Naviculare. Davon konnte er in 19 Fällen ein Klaffen der Navicularefragmente in den nach der Reposition angefertigten Röntgenbildern nachweisen. Diese Diastase machte er für die später auftretende Pseudarthrose verantwortlich.

Als therapeutische Konsequenz ergibt sich aus diesen Beobachtungen die Notwendigkeit einer offenen Reposition mit der Durchführung einer inneren Fixation der Navicularefraktur, wenn bei der geschlossenen Reposition ein exaktes Aufeinanderstellen der Navicularefragmente nicht möglich ist. Für das Vorgehen bei dieser inneren Fixierung des Naviculare gelten dieselben Kriterien wie bei der isolierten Kahnbeinfraktur, es empfiehlt sich die Bolzung mit einem Cortikalisspan nach RUSSE (1960). Die Dauer der postoperativen Immobilisation richtet sich wie bei den konservativ behandelten Fällen nach der Heilung der Navicularefraktur.

Die zweite, wenn auch nicht so häufige, typische Begleitfraktur der perilunären Luxationen ist die Fraktur des Os triquetrum. Nach WITVOET und ALLIEU (1973), die sie bei 86 perilunären Luxationen 25 mal beobachteten, handelt es sich in der Mehrzahl der Fälle um ligamentäre Ausrißfrakturen. Die zwei Fälle, die sich in dem hier untersuchten Krankengut fanden, sind je eine Ausrißfraktur und eine Stückfraktur. Eine operative Therapie ist wegen der Triquetrumfraktur allein nicht notwendig, die Behandlung wird bestimmt durch die perilunäre Luxation. Allenfalls ist die Immobilisationszeit etwas länger (PERSCHL, 1949).

Zu guter Letzt sei an dieser Stelle noch eine weitere, wenn auch recht seltene Spielart der perilunären Luxation beschrieben, die in unserem Krankengut aber nicht vorkam. Es handelt sich um eine perilunäre Verrenkung, deren Verrenkungslinie durch das Naviculare und den proximalen Teil des Capitatum verläuft. Bei dieser Luxation ist das proximale Fragment des Capitatum immer um 180° gedreht, so daß seine Bruchfläche nach proximal weist und die proximale Gelenkfläche mit der distalen Bruchfläche in Verbindung steht.

FENTON (1956) sah zwei dieser Verletzungen und prägte den Ausdruck des "Naviculo-Capitate-Fracture-Syndrome" (NCFS). SCHARIZER (1970) und WESELEY und BARENFELD (1972) beobachteten ein solches NCFS mit zusätzlicher Fraktur des Os triquetrum.

Die wichtigste Frage in der Diskussion über die Therapie dieser Verletzungen war die Behandlung des proximalen Capitatumfragmentes. Für die Excision des Fragmentes plädieren SCHARIZER (1970), FENTON (1956) und STEIN und SIEGEL (1969). Die Reposition wurde von mehreren Autoren mit allerdings wechselnder Fixierung der Capitatumfragmente beschrieben: MEYERS et al. (1971) fixierten gar nicht, PFEIFFER (1970) durch Spickdrähte, HOHENBLEICHER (1976) mittels einer Kleinfragmentschraube und WESELEY und BARENFELD (1972) bohrten in beide Fragmente eine Höhle, die sie dann mit Cortikalis plombierten. JONES (1955) ließ seinen Fall sogar völlig unreponiert und stellte nach längerer Immobilisationszeit fest, daß das proximale Capitatumfragment in seiner um 180° gedrehten Stellung angewachsen war.

Die perilunären Luxationen dieses Krankengutes:

Bei den 50 Patienten, die von 1968 - 1977 wegen einer Handwurzelverletzung in dieser Klinik behandelt wurden, fanden sich insgesamt 18 perilunäre Luxationen. Eine genaue Aufstellung über die einzelnen Varianten der perilunären Luxationen bringt die Tabelle 1. Eine Fraktur des Processus styloideus ulnaris fand sich in drei Fällen, eine Fraktur des Processus styloideus radialis wurde nicht gesehen. Je einmal fanden sich zusätzliche Frakturen der Ulna und eine scaphoidolunäre Diastase. Was die Alters- und Geschlechtsverteilung anbelangt, so kann die perilunäre Luxation als typische Verletzung von Männern mittleren Alters bestätigt werden. Frauen mit dieser Verletzung waren bei den 18 Patienten nicht; das Alter reichte von 22 Jahren bis zu 53 Jahren und betrug im Durchschnitt 34,5 Jahre. Die linke Hand war in 10 Fällen, die rechte Hand in acht Fällen betroffen.

	bis 2 Wo	bis 2 Mo	bis 4 Mo	bis 6 Mo	bis 8 Mo
rein perilunär dorsal	6	2	2		1
rein perilunär volar		1			
transnaviculär perilunär	1	2	1		
transtriquetral perilunär	1		1		

Tab. 1: Aufteilung der verschiedenen Formen der perilunären Luxationen des hier untersuchten Krankengutes

13 der 18 Verletzungen waren bei der Arbeit, zwei Verletzungen beim Sport entstanden. Genaue Angaben, insbesondere über die Stellung der Hand zum Zeitpunkt des Unfalles, waren den meisten Patienten nicht möglich. In der Regel beschränkten sich die Angaben auf grobe Schilderungen wie Sturz, Prellung, Stauchung oder ähnliches. In einem Fall war ein Kurbelrückschlag die Ursache der Verletzung.

Bei frischen Fällen wurde gewöhnlich die konservative Reposition versucht, wenn diese nicht möglich war oder nicht gehalten werden konnte, wurde eine operative Reposition durchgeführt. Eine Arthrodese des Handgelenkes wurde nicht durchgeführt, bei den beiden Excisionen handelte es sich immer um isolierte Excisionen des Lunatums.

Einen Überblick über die Therapie in ihrer Abhängigkeit vom Alter der Verletzung gibt die Tabelle 2. Unter dem Begriff der konservativen Therapie ist dabei auch ein 15 Wochen alter Fall einer transstylotriquetralen perilunären Luxation subsumiert, der nicht reponiert, sondern nur physiotherapeutisch behandelt worden war (Fall 41). Die Reposition wurde in diesem Fall wegen schlechter Weichteilverhältnisse, die einen operativen Eingriff zur damaligen Zeit nicht zuließen, aufgeschoben, im weiteren Verlauf aber nicht durchgeführt. Eine Begründung dafür ist in den Krankenpapieren, sowie auch in späteren Gutachten, nicht zu finden, ist aber

	bis 2 Wo	bis 2 Mo	bis 4 Mo	bis 6 Mo	bis 8 Mo
konservative Therapie (1)	5		1		
kons. Reposition mit sekundärer operativer Reposition (2/6)	2	2	1		
kons. Reposition mit sekundärer Excision (2/7)		1			
primär operative Reposition (3)	1		2	1	
primäre Excision (4)					1
primär operative Reposition mit notwendiger sekundärer operativer Reposition (3/6)		1			

Tab. 2: Die Therapie der perilunären Luxationen in Abhängigkeit der Dauer bis zum Beginn der Behandlung.

möglicherweise im Alter der Verletzung zu suchen. Die aus dieser nicht behandelten Luxation resultierende Minderung der Erwerbsfähigkeit ist mit 50 % nach fünf Jahren die höchste Einschränkung, die im gesamten Krankengut dieser Serie anerkannt wurde.

Bei dem einen Fall einer primären operativen Reposition mit notwendiger sekundärer operativer Reposition (Fall 43) handelte es sich um eine fünf Wochen alte transnaviculäre perilunäre Luxation. Die Luxation wurde primär operativ reponiert, dabei wurde die Navicularefraktur durch eine Plom[illegible] versorgt. Die postoperativen [illegible] zeigten aber eine erneute Luxation, so daß eine sekundäre Reposition notwendig wurde, die dann durch einen Kirschnerdraht fixiert wurde.

Eine Unterscheidung zwischen transnaviculärer, transtriquetraler und reiner Luxation wurde in Tabelle 2 nicht gemacht, da sich ein signifikanter Unterschied nicht ergeben [illegible]. So wurden die vier Fälle transnavicularer Verrenkungsbrüche einmal erfolgreich konservativ reponiert, einmal nach mißlungener konservativer Reposition operativ reponiert, einmal primär operativ reponiert und einmal, wie beschrieben, primär und sekundär operativ reponiert. Die Abhängigkeit der Therapie vom Alter der Luxation entsprach dabei derjenigen der reinen perilunären Luxationen. Dieses gilt auch für die Luxationen mit Triquetrumfraktur, wobei die konservative Therapie des einen Falles bereits beschrieben wurde. Der [illegible] Fall einer reinen perilunären Luxation wird im folgenden immer unter den dorsalen perilunären Luxationen mitbehandelt, da sich therapeutische Konsequenzen nicht ergaben (Fall 40) (Abb. 34).

[illegible] Die unterschiedlichen Zeiten der Immobilisation sowie die Dauer der Arbeitsunfähigkeit ergeben sich aus der Tabelle 4. Da es sich nur um relativ wenige Fälle handelt, sind neben den Durchschnittszeiten nur die einzelnen Zeiten angegeben. Es ist deutlich zu erkennen, daß die Zeiten bei den Luxationen und Navicularefrakturen höher liegen als bei den

Tab. 3a: Immobilisationsdauer in Tagen

	rein perilunär		transscaphoidal	transstyloquetral
1	41;25;43;28;	$\bar{x}$ 34	140	61
2/6	31; 26; 34;	$\bar{x}$ 30	31	
3	43; 18;	$\bar{x}$ 30	31	
3/6			74	
	$\bar{x}$ = 32 Tage		$\bar{x}$ = 39 Tage	$\bar{x}$ = 61 Tage

Tab. 3 a und b: Die Zeiten der Immobilisation und der Arbeitsunfähigkeit in Abhängigkeit der einzelnen Formen der Luxationen und ihrer Therapie. Die Symbole für die einzelnen Therapieformen entsprechen denen aus der Tab. 2.

	rein perilunär		transscaphoidal	transstyloquetral
1	25;13;14;13;	$\bar{x}$ 16	13	23
2/6	8; 13; 19;	$\bar{x}$ 13	23	selbstständig
3	8; 13;	$\bar{x}$ 10,5	13	
3/6			26	
	$\bar{x}$ = 14,7 Wochen		$\bar{x}$ = 22 Wochen	

Tab. 3b: Arbeitsunfähigkeitsdauer in Wochen

reinen Luxationen und denen mit einer Fraktur des Triquetrum.

Zur Beurteilung der Ergebnisse wurden 12 der 18 Patienten zu einer Nachuntersuchung einbestellt. Bei den restlichen Patienten konnten die Nachuntersuchungen aus Kostengründen wegen zu großer Entfernungen nicht erfolgen oder es war vor kurzer Zeit ein entsprechendes Gutachten erstellt worden. Von den 12 einbestellten Patienten sind sechs Patienten erschienen. Den Patienten, die aus entfernungstechnischen Gründen nicht einbestellt worden waren, sowie denen, die nicht zur Nachuntersuchung erschienen waren, wurde ein Fragebogen zugesandt, in dem nach noch bestehenden Beschwerden gefragt wurde. Dieser Fragebogen wurde von fünf Patienten beantwortet. In zwei Fällen wurde vom weiterbehandelnden Arzt Auskunft erteilt und zwei Fälle waren kurz vorher begutachtet worden. Einschließlich der beiden Fälle, in denen der weiterbehandelnde Arzt Auskunft erteilt hatte, wurden fünf Fälle weniger als sechs Monate beobachtet. Die Beobachtungszeit der anderen Fälle reichte von 11 Monaten bis zu 10 Jahren; insgesamt betrug sie im Durchschnitt 42,7 Monate.

Bei der Nachuntersuchung wurde die Beweglichkeit im Handgelenk und die Umfänge der oberen Extremität gemessen und die grobe Kraft und die Sensibilität geprüft. Röntgenologische Kontrollaufnahmen wurden in dorsovolarer und radioulnarer Richtung mit Vergleichsaufnahmen der contralateralen Handwurzel angefertigt. Ferner wurde nach den subjektiven Beschwerden des Patienten gefragt, insbesondere auch nach eventuellen Umschulungen oder anderen Veränderungen am Arbeitsplatz. Die Patienten wurden vorher darüber informiert, daß die Untersuchung keinerlei Auswirkungen auf eine mögliche oder bestehende Berentung habe.

Zur Beurteilung der Behandlungsergebnisse war es notwendig, eine Klassifizierung der Ergebnisse zu erstellen, wofür sich zunächst die Höhe der Einschränkung der Erwerbsfähigkeit anbot. Da aber eine MdE nur bei den Patienten anerkannt wird, deren Verletzung durch einen Arbeitsunfall entstanden ist, muß dabei ein falsches Bild zugunsten der positiven Sei-

te entstehen. Es wurde daher eine Klassifizierung gewählt, die sich an den subjektiven Beschwerden, funktionellen Einschränkungen und röntgenologisch nachweisbaren Veränderungen orientiert und die vier Klassen umfaßt.

Zu einem "sehr guten" Ergebnis gehörte die Schmerzfreiheit, volle Beweglichkeit, sowie das Fehlen röntgenologischer Veränderungen. Ein "gutes" Ergebnis beinhaltete eine endgradige Bewegungseinschränkung in mehreren Richtungen oder eine stärkere Bewegungseinschränkung in einer Richtung und Schmerzen nach längerer Belastung. Mäßige bis starke Bewegungseinschränkungen mit mäßiger Arthrose, sowie eine leichte Verminderung der Kraft führten zu einem "mittelmäßigen" Ergebnis und als "schlecht" wurde ein Ergebnis eingestuft, wenn Schmerzhaftigkeit, starke Bewegungseinschränkung, deutliche Kraftminderung und eine Arthrose des Handgelenkes bestand. Eine Umschulung oder Veränderungen am Arbeitsplatz, die durch die Verletzung im Handgelenk notwendig geworden waren, führte immer zu einem schlechten Ergebnis.

Nach dieser Einteilung wurde ein sehr gutes Ergebnis in zwei Fällen, ein gutes in vier Fällen, ein mittelmäßiges in sechs Fällen und ein schlechtes in sechs Fällen erzielt. Eine Aufstellung über die Behandlungsergebnisse, die durch die einzelnen Therapiemethoden erzielt wurden, zeigt die Tabelle 4. Diese Tabelle beinhaltet ebenfalls eine Klassifizierung nach der Minderung der Erwerbsfähigkeit, um die vorangegangene Überlegung zu illustrieren. Auch in dieser Tabelle sind alle 18 perilunären Luxationen enthalten. Das einzige sehr gute Ergebnis bei den konservativ behandelten Fällen wurde im Fall einer transnaviculären Luxation (Fall 44) erzielt, das schlechte Ergebnis entspricht dem nur physiotherapeutisch behandelten Fall. Die beiden Fälle, bei denen das Lunatum entfernt wurde, erbrachten beide ein schlechtes Ergebnis. Die beiden schlechten Ergebnisse nach der primären operativen Reposition sind im einen Fall (Fall 46) auf eine Pseudarthrose des Kahnbeins zurückzuführen, deren operative Versorgung der Patient ablehnte, und im anderen Fall (Fall 17)

	sehr gut	gut	mäßig	schlecht	MdE in % 0	10	20	30	40	50
konservative Reposition	1	3	1	1	4		1			1
kons. Reposition mit sekundärer operativer Reposition	1		3	1	2	1	2			
kons. Reposition mit sekundärer Excision				1			1			
primär operative Reposition		1	1	2	3		1			
primäre Excision				1				1		
primär operative Reposition mit notwendiger sekundärer operativer Reposition			1		1					

Tab. 4: Die Ergebnisse der Behandlung perilunärer Luxationen in Beziehung zu den verschiedenen Behandlungsmethoden.

auf eine Arthrose im Handgelenk mit der Entwicklung einer Lunatummalazie (Abb. 35). Im letzteren Fall war die Reposition der reinen perilunären Luxation erst nach sechs Monaten durchgeführt worden.

Bei der Interpretation der Behandlungsergebnisse dürfen aber nicht nur die verschiedenen Therapiemaßnahmen betrachtet werden, die ja abhängig sind vom Alter der Verletzung, sondern es muß auch berücksichtigt werden, daß die konservativen Maßnahmen bei frischen Verletzungen und die Entfernungen des Lunatums bei alten Verletzungen durchgeführt werden. Bei den primär operativ, sowohl durch Reposition wie auch durch Excision behandelten Fällen besteht somit schon eine gewisse negative Selektion. Aus diesem Grunde wurden in der Tabelle 5 die Behandlungsergebnisse in Relation zum Alter der Verletzung gestellt. Obwohl bei einer Gesamtzahl von 18 Fällen eine gültige statistische Aussage nicht möglich ist, muß man dem hier gezeigten Bild sicherlich mehr als einen zufälligen Aussagewert beimessen. Die Tendenz der guten und sehr guten Ergebnisse zu den frischen Verletzungen bei einer Verschlechterung der Ergebnisse mit zunehmendem Alter der Verletzung ist nicht zu übersehen.

b) Die Fraktur des Os hamatum zusammen mit einer Luxation des Os pisiforme

In dem hier untersuchten Krankengut fanden sich zwei Fälle, bei denen die Hamatumfraktur mit einer Luxation des Pisiforme verbunden war. Die Luxation des Pisiforme war in beiden Fällen ulnarwärts, während beim Hamatum einmal eine Trümmerfraktur und einmal eine schalenförmige kleine Knochenabsprengung vorlag. Entstanden war die Verletzung in beiden Fällen durch einen Arbeitsunfall, der zu einer Quetschung der Hand mit entsprechenden Weichteilzerstörungen geführt hatte. Dieser Unfallhergang, sowie die Lokalisation der Verletzung innerhalb der Handwurzel, lassen an die im Vorhergegangenen beschriebene traumatische Spalthand denken. Es erscheint denk-

	sehr gut	gut	mittelmäßig	schlecht
frische Verletzung (bis zu 2 Wochen)	2	4	2	
bis zu 2 Monaten			3	1
bis zu 4 Monaten			1	3
bis zu 6 Monaten				1
bis zu 8 Monaten				1

Tab. 5: Die Ergebnisse der Behandlung perilunärer Luxationen in Beziehung zur Dauer bis zum Beginn der Behandlung.

ber, daß es auf Grund der starken Verbindungen zwischen den Basen der Mittelhandknochen 3 und 4, sowie den angrenzenden Handwurzelknochen nicht zu einer Dissotiation und damit zu einer Zerstörung des Handwurzelgewölbes kommt, sondern daß es nunmehr zu einer Fraktur des Hamatums kommt, wobei das Pisiforme infolge seiner ohnehin geringen Fixierung an das Triquetrum nach ulnar luxiert wird. Für diese Entstehung der traumatischen Spalthand ist demnach eine bestehende Schwäche des Bandapparates als prädisponierender Faktor zu fordern.

Bei dem ersten Patienten (Fall 38) bestanden neben den Verletzungen der Handwurzel Quetschmarken auf dem Handrücken und Quetschwunden auf der Beugeseite des Handgelenkes, die den größten Teil der beugeseitigen Haut zerstört hatten. Sämtliche Sehnenscheiden, Sehnengefäße und Nerven waren intakt, Gefäß- oder Durchblutungsstörungen bestanden nicht. Bei der sofortigen operativen Wundversorgung wurde der Hautdefekt mit Spalthaut gedeckt, die Luxation des Pisiforme wurde aber nicht behoben. Es erfolgte eine postoperative Immobilisation auf einer volaren Unterarmschiene mit Einschluß aller Finger. Der Patient wurde nach 7-tägigem stationären Aufenthalt in die ambulante Behandlung übernommen; 24 Wochen nach dem Unfall nahm er seine Arbeit mit einer Minderung der Erwerbsfähigkeit von 25 % wieder auf.

Bei einem Gutachten, welches 20 Monate nach dem Unfall erstellt wurde, war der Handdruck der verletzten Seite rechts, weniger kräftig als an der gesunden Seite. Die Beweglichkeit des Handgelenkes war in allen Richtungen deutlich eingeschränkt, der Abstand der Fingerkuppen von der Hohlhand betrug 1 cm. Röntgenologisch zeigte sich eine diffuse Kalksalzminderung mit strähnigen Knochenstrukturen. Die Gelenkflächen waren glatt ohne Zeichen vorzeitiger Verschleißerscheinungen. Unter leichter Kallusverknöcherung war die Hamatumfraktur fest durchbaut, das Pisiforme war noch nach proximal und ulnar verlagert. In der Zwischenzeit ist der Patient bei einem weiteren Arbeitsunfall verstorben, eine Nachuntersuchung konnte daher nicht durchgeführt werden.

Der zweite Patient (Fall 6) zog sich bei dem Unfall eine Verrenkung des Hüftgelenkes mit einem Beckenringbruch und einer Knochenabsprengung von der Beckenschaufel und eine Außenknöchelfraktur zu. An der Hand bestanden neben der Luxation des Pisiforme und der erst nach zwei Tagen erkannten Knochenabsprengung vom Hamatum, längsverlaufende Wunden zwischen Daumen und Zeigefinger und an der Außenkante der Hand. Anzeichen für Gefühls- oder Durchblutungsstörungen bestanden nicht. Das Handgelenk und die Finger waren frei beweglich. Nach der Beseitigung der Luxation und Wundversorgung erfolgte die Ruhigstellung im volaren Unterarmgips mit Einschluß der dreigliedrigen Finger. Nach 37-tägiger Ruhigstellung wurde mit Bewegungsübungen begonnen. Die Dauer der stationären Behandlung, sowie die der Arbeitsunfähigkeit sind wegen der ausgedehnten zusätzlichen Knochenverletzungen nicht zu verwerten. Eine Minderung der Erwerbsfähigkeit wurde nicht anerkannt.

Der in einem Gutachten nach 21 Monaten erhobene Befund wurde bei der Nachuntersuchung - sieben Jahre nach dem Unfall - bestätigt: die Beweglichkeit aller Gelenke der oberen Extremität ist frei, der Faustschluß an beiden Händen kräftig durchführbar. Eine Muskelminderung des betroffenen Armes besteht nicht. Die grobe Kraft ist seitengleich, obwohl der Patient über eine Kraftminderung klagt. Weiterhin klagt er über ein Ziehen im Handgelenk bei Wetterumschwung. Er arbeitet heute noch als Schlosser unter Tage.

Obwohl die Beobachtungszeit in beiden Fällen sehr unterschiedlich ist, können auf Grund der in beiden Fällen 20 bzw. 21 Monate nach dem Unfall angefertigten Gutachten Vergleiche gezogen werden. Während man das Ergebnis im ersten Fall bestenfalls als mittelmäßig einstufen kann - wobei dieselben Kriterien der Einteilung wie bei den perilunären Luxationen zugrunde gelegt werden - ist es im zweiten Fall zweifellos ein sehr gutes Ergebnis. Eine wesentliche Ursache für das schlechtere Ergebnis ist durch den Hautdefekt im ersten Fall nicht gegeben, so daß diese Ursache entweder in der Art der Hamatumfraktur oder in der nicht durchgeführten Reposition

der Luxation im einen Fall gesehen werden muß. Eine exakte Beantwortung dieser Frage ist an Hand der beiden hier geschilderten Fälle nicht möglich, eine wenn auch im Ausmaß unterschiedliche Ursache dürfte aber beiden Faktoren zugemessen werden. Das Pisiforme sollte aus diesem Grunde immer reponiert werden.

c) Uncharakteristische Luxationsfrakturen

Es soll an dieser Stelle noch über zwei weitere Patienten berichtet werden, deren Handwurzelverletzung keinem typischem Muster folgt und bei denen neben Frakturen einzelner Handwurzelknochen auch Luxationen desselben oder anderer Handwurzelknochen vorliegen. Im ersten Fall (Fall 47) handelt es sich dabei um einen zum Zeitpunkt des Unfalles 34-jährigen Stapelfahrer, der mit seinem Gabelstapler umgekippt war, wobei ihm der Rahmen des Gabelstaplers auf die rechte Hand gefallen war. Die primäre Versorgung erfolgte in einem auswärtigen Krankenhaus, es wurden dort mehrere Versuche der Reposition durchgeführt. Nach sechs Wochen wurde der Patient ins Bergmannsheil verlegt. Bei der Aufnahme fand sich eine zirkuläre, granulierende Wunde mit Hautnekrose im Handgelenksbereich und Unterarmbereich in einer Länge von etwa 10 cm; durch die Finger 1 - 4 rechts lagen Drahtextensionen. Nach Entfernen der Drähte zeigte sich, daß im Handgelenksbereich sowie im Bereich sämtlicher Finger - aktiv wie passiv - nur Wackelbewegungen möglich waren. Die Hand war geschwollen und muskelathrophisch mit mäßigen Durchblutungsstörungen. Röntgenologisch fand sich eine Verrenkung des Naviculares und des Hamatums mit einer Fraktur des Capitatums, wobei das distale Bruchstück eine erhebliche Entkalkung im Sinne der Degeneration zeigte. Zusätzlich bestand eine Knochenabsprengung im Bereich des proximalen Mittelhandköpfchens des 5. Fingers. Nach vorsichtigen Bewegungsübungen in den ersten zwei Wochen wurde danach mit ausführlichen Bewegungsübungen begonnen. In der Zwischenzeit war eine Nekrosenabtragung mit anschließender Spalthautdeckung am Handgelenk vorgenommen worden. Es bestand eine deutliche Neigung der Hand zur ulnaren Abduk-

tion, aus diesem Grunde wurde eine Gipsschiene angefertigt, die die Mittelhand leicht nach radial drückte und die vor allem nachts getragen werden sollte.

Nach siebenwöchigem stationären Aufenthalt im Bergmannsheil wurde der Patient zur weiteren Behandlung in die orthopädische Universitätsklinik nach Münster überwiesen, da er in Münster wohnte. Der Entlassungsbefund lautete: "Das Transplantat am Handgelenk ist vollständig eingeheilt. Die gesamte Hand sieht infolge Blutumlaufstörungen dunkelrot aus, die Haut ist eher dystrophisch. Die Sensibilität ist nicht gestört, nur auf der Außenkante des Kleinfingerballens besteht noch eine Gefühlsunempfindlichkeit für Wärme und Kälte. Beweglichkeit: Der Ellbogen kann bei einer Streckung von 160° vollständig gebeugt werden, die Drehung des Unterarmes ist von 0 bis 145° möglich. Das Handgelenk kann zwischen 195/185 Grad gebeugt werden, eine Radial- oder Volarabduktion ist nicht möglich. Es besteht eine Versteifung von 155° Ulnarabduktion. Der Faustschluß ist nicht möglich, die Langfinger bleiben zwischen 5 und 7 cm von der Hohlhand entfernt stehen. Der Daumen erreicht mit der Spitze knapp den Zeigefinger, ein Stück Papier kann noch nicht kräftig gehalten werden." Die in der orthopädischen Universitätsklinik angefertigten Röntgenbilder zeigten erhebliche fleckige Atrophie des gesamten Knochensystems der Hand, die Konturen des Capitatum waren unscharf gezeichnet und nicht sicher auszumachen. Es wurde die Diagnose einer Sudeck'schen Atrophie gestellt (Abb. 36). Die im Bergmannsheil eingeleitete Therapie wurde mit aktiven und passiven Bewegungsübungen und Beschäftigungstherapie fortgesetzt.

Der Befund nach viermonatiger dortiger Behandlung ergibt noch eine Deformierung des Handgelenkes in Radioulnarbajonettstellung, Dorsal- und Volarflexion zwischen 10 und 30 Grad. Der Faustschluß ist noch unvollständig, wobei die Fingerkuppen 4 bis 5 cm von der Hohlhand entfernt bleiben. Eine Druckschmerzhaftigkeit bestand zu diesem Zeitpunkt nicht mehr. Der Patient wurde nach einer Gesamtdauer der Arbeits-

unfähigkeit seit dem Unfall von 31 Wochen für leichtere Arbeiten arbeitsfähig geschrieben. Über die Anerkennung einer Minderung der Erwerbsfähigkeit finden sich in den von der Universitätsklinik Münster freundlicherweise überlassenen Unterlagen keine Hinweise, der Patient wurde danach aus der Beobachtung verloren.

Bei dem zweiten Patienten (Fall 1) handelt es sich um eine Verrenkung des Trapeziums mit gleichzeitiger linsengroßer Absprengung aus diesem Knochen. Die Verletzung war durch eine Quetschung der Hand infolge von Steinfall auf die Hand verursacht worden, es bestand eine 10 cm lange, schraubenförmig verlaufende Platzwunde an der Außenseite der rechten Hand, die palmar etwa von der Schaftmitte des 5. Mittelhandknochens bis an den handgelenknahen Anteil der Elle reichte. Auf der Streckseite des Handgelenkes, etwa über der Basis des 1. Mittelhandknochens findet sich eine linsengroße Hautquetschung. 1 cm unterhalb dieser Wunde ist eine knochenharte Vorwölbung tastbar. Die Beweglichkeit des 1. Mittelhandknochens ist schmerzhaft eingeschränkt. Die Röntgenaufnahme zeigt die Luxation des Trapeziums, die knöcherne Absprengung wurde erst nach 14 Tagen erkannt. Es erfolgte aber die sofortige Wundversorgung und Reposition der Verrenkung in Epontol - Narkose unter Bildverstärkerkontrolle. Die anschließende Röntgenkontrolle weist die regelrechte Stellung des Trapeziums nach. Die primär angelegte kurze Kahnbeingipsschiene wurde nach 10 Tagen in einen zirkulären Kahnbeingipsverband geändert, welcher nach acht Wochen entfernt wurde. Im Anschluß an die Periode der Ruhigstellung wurden Bewegungsübungen verordnet. Die Abschlußuntersuchung nach insgesamt viermonatiger Behandlung zeigte noch eine Bewegungsbehinderung des Daumens bei endgradiger Bewegungseinschränkung im Handgelenk und einer Minderung der Muskulatur mit herabgesetzter grober Kraft des rechten Armes im Vergleich zum linken. Es wurde die Zuweisung leichterer Arbeit für drei bis vier Wochen empfohlen und eine Angewöhnungsrente von 20 % für die Dauer von drei Monaten anerkannt.

Bei der Nachuntersuchung - 10 Jahre nach dem Unfall - war die Beweglichkeit im rechten Handgelenk mit Ausnahme der Radialabduktion in allen Richtungen stark vermindert. Es bestand eine Muskelminderung des rechten Armes gegenüber links und eine rechts herabgesetzte grobe Kraft. Röntgenologisch zeigte sich eine Arthrose zwischen dem 1. Mittelhandknochen und dem Trapezium und Naviculare (Abb. 37). Subjektiv klagte der Patient über Schmerzen bei starker Belastung und Feinarbeit. Er habe z. B. Schwierigkeiten beim Zuknöpfen. Nach seinen Angaben ist er bis vor einem halben Jahr seiner früheren Tätigkeit nachgegangen, bezieht jetzt aber eine Rente wegen eines Myokardinfarktes.

Obwohl eine genaue Rekonstruktion des Unfallherganges nach so langer Zeit nicht mehr möglich ist, muß man aus der beschriebenen linsengroßen Hautquetschung im Bereich der Basis des 1. Mittelhandknochens auf eine scharf umschriebene Gewalteinwirkung geschlossen werden, die zu dieser isolierten Luxationsfraktur des Trapeziums führte.

IX. Schlußbesprechung

Da die Fallzahlen der meisten Verletzungsarten relativ klein waren, erfolgte die Besprechung der Einzelfälle bereits jeweils im Anschluß an die Besprechung der betroffenen Verletzung. Daher sollen diese Einzelfälle hier nur noch abschließend in tabellarischer Form vorgestellt und zusammengefaßt werden, ansonsten soll die Besprechung allgemeiner Natur sein.

Auf die Kriterien zur Nachuntersuchung, sowie deren Durchführung wurde bereits im Rahmen der perilunären Luxationen eingegangen. Für die anderen Handwurzelverletzungen gilt entsprechendes.

Insgesamt wurden 33 Patienten einbestellt, davon sind 13 Patienten zur Nachuntersuchung erschienen. Der relativ hohe Anteil der nicht einbestellten Patienten ist zum einen darauf zurückzuführen, daß sehr häufig spätere Gutachten zur Feststellung oder Überprüfung der Minderung der Erwerbsfähigkeit erstellt wurden, wodurch sich die Nachuntersuchung in einigen Fällen erübrigte. Der zweite Grund liegt darin, daß diese Klinik als Berufsgenossenschaftliches Unfallkrankenhaus einen räumlich sehr großen Einzugsbereich hat. In diesem Zusammenhang ist es auch zu sehen, daß die ambulante Weiterbehandlung einiger Patienten am Heimatort durchgeführt wurde. Es bereitete daher oft erhebliche Schwierigkeiten, Informationen über den weiteren Behandlungsgang und dessen Ergebnis zu erhalten, in Einzelfällen war es sogar unmöglich. Der lange Zeitraum (1968 - 1977), der wegen der Seltenheit der Verletzungen gewählt werden mußte, brachte es auch mit sich, daß einige der Patienten mit unbekannter Adresse verzogen waren und so aus der Beobachtung verloren gingen. In 16 Fällen betrug die Beobachtungszeit 12 Monate oder weniger, darin enthalten sind aber auch zwei Fälle, die innerhalb dieser Zeit bereits folgenlos ausgeheilt waren, sowie drei Fälle, deren Unfall noch weniger als 12 Monate zurücklag.

Antwort über den Fragebogen wurde insgesamt von 16 Patienten erteilt. Dabei mußte zwar auf eine objektive Befunderhebung verzichtet werden, meiner Meinung nach sind aber die subjektiven Beschwerden das wesentlichere Kriterium zur Beurteilung des Behandlungsergebnisses. Dies trifft besonders dann zu, wenn keine Beschwerden angegeben werden. Die Patienten wurden über den Zweck der Untersuchung, insbesondere darüber, daß diese keine Auswirkung auf eine Berentung habe, informiert, um die Glaubwürdigkeit dieser Aussagen zu erhöhen.

In den Tabellen 6 bis 20 sind die Fälle entsprechend den verschiedenen Verletzungsarten tabellarisch aufgeführt. In diesen Tabellen wurde ein sehr gutes Ergebnis mit 1, ein gutes mit 2, ein mittelmäßiges mit 3 und ein schlechtes mit 4 symbolisiert. Die Bewertung der Ergebnisse erfolgte analog den Kriterien, die bei der Besprechung der perilunären Luxationen zugrunde gelegt wurden. In der davorstehenden Spalte bedeutet N, daß diese Beurteilung aufgrund einer Nachuntersuchung getroffen wurde; F bedeutet Beurteilung durch Fragebogen; G durch Gutachten; A durch Abschlußuntersuchung am Ende des Heilverfahrens und H steht für Befunderhebung durch den Hausarzt. In einigen Fällen ist keine Beurteilung erfolgt, da die Spätfolgen der Handwurzelverletzung von den zusätzlichen Verletzungen nicht abzugrenzen waren.

Obwohl die Unterschiede der einzelnen Verletzungen bisweilen recht groß sind, zeigen sich die Auswirkungen und die Spätfolgen fast immer in dem einheitlichen Bild der Funktionseinschränkung des Handgelenkes und der Fingergelenke. Die Entwicklung einer Arthrose im Anschluß an eine Handwurzelverletzung erstreckt sich in der Regel auf das gesamte Handgelenk, obwohl auch eine eng umschriebene Arthrose als Spätfolge nach 10 Jahren beobachtet werden konnte (Fall 1).

Eine Minderung der Erwerbsfähigkeit wurde in 17 Fällen anerkannt. Die Anerkennung einer Minderung der Erwerbsfähigkeit setzt aber voraus, daß die Verletzung durch einen Arbeitsunfall entstanden ist. Dies war bei insgesamt 35 Pa-

Tab. 6: Isolierte Lunatumfrakturen:

N. N.	dir.- indir.	alt - frisch	Arb.- Unfall	amb./ stat.	oper./ kons.	Gips (Tg.)	A u f. (Wo.)	Beob. (Mo.)	M d E	F N A H G	Ergeb.	
9 Ch. B.	ind.	f	ja	amb.	kons.	10	4	1	°/.	A	1	
10 W. G.	ind.	f	nein	amb.	kons.	11	5	26	°/.	N	1	

Tab. 7: Isolierte Triquetrumfrakturen:

N. N.	dir.- indir.	alt - frisch	Arb.- Unfall	amb./ stat.	oper./ kons.	Gips (Tg.)	A u f. (Wo.)	Beob. (Mo.)	M d E	F N A H G	Ergeb.	
21 R. P.	ind.	f	nein	amb.	kons.	7	5	25	°/.	F	1	
22 U. W.	ind.	f	nein	amb.	kons.	29	8	2	°/.	A	2	
25 M. W.	ind.	f	nein	amb.	kons.	27	6	14	°/.	F	1	
26 M. H.	ind.	f	nein	amb.	kons.	30	--	22	°/.	F	1	

Tab. 8: Isolierte Capitatumfrakturen:

N. N.	dir.- indir.	alt - frisch	Arb.- Unfall	amb./ stat.	oper./ kons.	Gips (Tg.)	A u f. (Wo.)	Beob. (Mo.)	M d E	F N A H G	Ergeb.	
27 J. B.	direkt	f	ja	stat.	op.	39		2		A	2	Strecksehnendurchtrennung 4. Finger
28 J. K.	ind.	f	nein	amb.	kons.	22	--	9	°/.	F	1	

Tab. 9: Isolierte Hamatumfrakturen:

N. N.	dir.- indir.	alt - frisch	Arb.- Unfall	amb.- stat.	oper.- kons.	Gips (Tg.)	Auf (Wo.)	Beob. (Mo.)	M d E	F N A H G	Ergeb.	
3 W. H.			nein	stat.	kons.	19		18	°/.	A	1	Mittelhandknochen 1,2,3 gebrochen
4 M. G.A.	direkt	f	ja	stat.	kons.	34	11	3	°/.	A	2	
5 H. P.	direkt	f	ja	stat.	kons.	28	8	122	°/.	F	2	Strecksehnenabriß am 5. Finger
7 F. St.	direkt	f	ja	stat.	kons.	39	14	71	10 %	N	3	Frakturen der Mittelhandknochen

Tab. 10: Isolierte Trapeziumfrakturen:

N. N.	dir.- indir.	alt - frisch	Arb.- Unfall	amb.- stat.	oper.- kons.	Gips (Tg.)	Auf (Wo.)	Beob. (Mo.)	M d E	F N A H G	Ergeb.	
21 E. S.	direkt	f	ja	stat.	kons.			2	°/.			MHK-Frakt. 1,2,3. Hautplastik
35 W. K.	direkt	f	ja	stat.	kons.	43	14	12	10 %	A	3	
36 Ch. K.	direkt	f	ja	stat.	kons.	28	12	108	°/.	F	1	MHK-Frakt. 3.

Tab. 11: Frakturen mehrerer Handwurzelknochen

N. N.	dir. ind.	alt-frisch	Arb.-Unfall	amb. stat.	oper. kons.	Gips (Tg.)	Auf (Wo.)	Beob. (Mo.)	MdE	FN AHG	Ergeb.	Verletzte Handwurzelknochen / Zusätzliche Verletzungen
8 H.J. B.		f	ja	stat.	kons.	42	10	26	°/.	N		Frakt. von Lunatum-Hamatum und Ulna; Radioulnargelenkschaden
23 B. H.	ind.	f	nein	stat.	kons.	58		2	°/.			Frakt. von Naviculare + Triquetrum; Schädelfrakturen
37 G. G.	d	f	ja	stat.	op.	111	23	17	35 %	G	4	distale Handwurzelreihe; Mittelhandknochen 2, 4, 5.
39 M. M.	d	f	ja	stat.	op.	20	48	23	20 %	F	4	Frakt. von Trapezium, Capitatum Hamatum; MHK-Fraktur 2, 3, 4.

Tab. 12: Luxationen einzelner Handwurzelknochen:

N. N.	dir. ind.	alt-frisch	Arb.-Unfall	amb. stat.	oper. kons.	Gips (Tg.)	Auf (Wo.)	Beob. (Mo.)	MdE	FN AHG	Ergeb.	Verletzte Handwurzelknochen / Zusätzliche Verletzungen
19 G. G.	ind.	f	nein	stat.	kons.			1	°/.			Luxation des Pisiforme handgelenknahe Radiusfraktur
24 E. K.	d	f	ja	stat.	op.		54	12	20 %	F	4	Trapezoideumlux.; Strecksehnenabrüße; MHK-Frakturen 2-4
29 G. R.	d	f	ja	stat.	kons.	10	30	73	10 %	N	4	Capitatumluxation

Tab. 13: Luxatio radiocarpalis:

N. N.	dir. ind.	alt-frisch	Arb.-Unfall	amb. stat.	oper. kons.	Gips (Tg.)	Auf (Wo.)	Beob. (Mo.)	MdE	FN AHG	Ergeb.	Verletzte Handwurzelknochen / Zusätzliche Verletzungen
49 G. H.	ind.	f	ja	stat.	kons.			45	20 %	FG	4	Radiusfraktur; multiple weitere Frakturen
50 V.d.F.	ind.	f	ja	stat.	kons.	56	17	92	°/.	F	1	Radiusfraktur

Tab. 14: Luxatio intercarpalis:

N. N.	dir.-indir.	alt-frisch	Arb.-Unfall	amb.-stat.	oper.-kons.	Gips (Tg.)	Auf (Wo.)	Beob. (Mo.)	M d E	F N A H G	Ergeb.	
33 G. S.	ind.	f	nein	stat.	op.	47		11	°/.	A	2	Radiusfraktur
48 E. Sch.	direkt	f	ja	stat.	op.	35	23	35	20 %	F G	4	Trapeziumfraktur; 1.MHK-Fraktur

Tab. 15: Traumatische Spalthand:

N. N.	dir.-indir.	alt-frisch	Arb.-Unfall	amb.-stat.	oper.-kons.	Gips (Tg.)	Auf (Wo.)	Beob. (Mo.)	M d E	F N A H G	Ergeb.	
30 K. F.	direkt	f	ja	stat.	op.	56	20	110	20 %	N	3	ausgedehnte Muskulaturschäden
34 E. B.	direkt	f	ja	stat.	kons.	40	12	3	°/.			Hamatumfraktur

Tab. 16: Hamatumfraktur mit Luxation des Pisiforme:

N. N.	dir.-indir.	alt-frisch	Arb.-Unfall	amb.-stat.	oper.-kons.	Gips (Tg.)	Auf (Wo.)	Beob. (Mo.)	M d E	F N A H G	Ergeb.	
T. N.	direkt	f	ja	stat.	kons.	37		72	°/.	N	1	polytraumatisierter Patient
38 F. A.	direkt	f	ja	stat.	kons.		23	21	°/.	G	4	

Tab. 17: Reine perilunäre Luxationen:

N. N.	dir.- indir.	alt - frisch	Arb.- Unfall	amb.- stat.	oper.- kons.	Gips (Tg.)	Auf (Wo.)	Beob. (Mo.)	M d E	F N A H G	Ergeb.	
11 H. L.		alt	ja	stat.	op.			102	30 %	N	4	Radiusfraktur
12 K. K.	ind.	f	ja	stat.	op.			53	°/.	N	2	
13 R. Sch.	direkt	f	ja	stat.	kons.	41	25	71	20 %	G	2	Luxatio radio-ulnaris
15 M. K.	direkt	alt	ja	stat.	op.	26	19	4	20 %	A	3	
16 A. M.-L.	direkt	alt	ja	stat.	op.	34	19	50	20 %	G	4	
17 G. L.	ind.	alt	ja	stat.	op.	18	13	29	20 %	N	4	
20 H. F.	ind.	alt	nein	stat.	op.	43	8	4	°/.	H	3	Proc. Styl. uln.
31 P. J.	direkt	f	ja	stat.	kons.	25	13	88	°/.	N	2	
32 F. B.	direkt	f	ja	stat.	kons.	43	14	3	°/.	A	3	
40 R. A.		alt	ja	stat.	op.			120	20 %	N	4	volare Luxation
42 R. B.	ind.	f	nein	stat.	op.	31	8	31	°/.	F	1	
45 J. S.	ind.	f	ja	stat.	kons.	28	13	11	°/.	F	2	

Tab. 18: Transnaviculäre perilunäre Luxationen:

N. N.	dir.- indir.	alt - frisch	Arb.- Unfall	amb.- stat.	oper.- kons.	Gips (Tg.)	Auf (Wo.)	Beob. (Mo.)	M d E	F N A H G	Ergeb.	
13 H. W.	ind.	f	nein	stat.	op.	91	23	4	°/.	A	3	
43 K. M.	ind.	alt	nein	stat.	op.	74	26	36	°/.	F	3	
44 W. M.	ind.	f	nein	stat.	kons.	140	19	23	°/.	F	1	
46 U. F.	ind.	alt	ja	stat.	op.	91	19	5	°/.	H	4	Naviculare-pseudarthrose

Tab. 19: Transtriquetrale perilunäre Luxationen:

N. N.	dir.- indir.	alt - frisch	Arb.- Unfall	amb.- stat.	oper.- kons.	Gips (Tg.)	Auf (Wo.)	Beob. (Mo.)	M d E	F N A H G	Ergeb.	
14 K. H.	ind.	f	ja	stat.	op.	61	--	60	10 %	N	3	
41 L. S.		alt	ja	stat.	kons.	23		57	50 %	FG	4	Frakt. der Ulna u. des uln. Styloids.

Tab. 20: Uncharakteristische Luxationsfrakturen:

N. N.	dir.- indir.	alt - frisch	Arb.- Unfall	amb.- stat.	oper.- kons.	Gips (Tg.)	Auf (Wo.)	Beob. (Mo.)	M d E	F N A H G	Ergeb.	
1 W. J.	direkt	f	ja	stat.	kons.	68	18	120	°/.	N	4	Luxationsfraktur des Trapeziums
47 H. B.	direkt	f	ja	stat.	kons		32	7	°/.	H	4	Capitatumfr.+ Lux. d. Navic.u.Hamatum

tienten der Fall. Setzt man nun die Zahl der 17 Patienten mit anerkannter MdE in Relation zu den 35 Patienten, bei denen die Verletzung durch einen Arbeitsunfall entstanden war, so ergibt sich, daß nahezu die Hälfte aller Handwurzelverletzungen zu einer Erwerbsminderung führen. Ein besonderer Wert ist dabei den sogenannten Dauerrenten beizumessen, d. h. denjenigen Minderungen der Erwerbsfähigkeit, die auf Dauer anerkannt werden, was in der Regel nach 24 Monaten geschieht. In den Tabellen 6 bis 20 ist neben der Dauer der Beobachtungszeit und der jeweils anerkannten MdE auch zu ersehen, ob es sich um einen Arbeitsunfall handelte oder nicht. Es zeigt sich dabei, daß bei den 17 Verletzungen durch Arbeitsunfall mit nachfolgender MdE in 12 Fällen die Beobachtungszeit länger war als 24 Monate, was einer Dauerrente entspricht. Desweiteren ist hervorzuheben, daß bei den sieben veralteten Verletzungen, die auf einen Arbeitsunfall zurückzuführen sind, nur einmal keine MdE anerkannt wurde, wobei die Beobachtungszeit dieser Fälle nur einmal unter 29 Monaten lag. In sieben Fällen waren Umschulungen oder Veränderungen am Arbeitsplatz notwendig.

Bei der Betrachtung der Seitenverteilung findet sich kein Unterschied: die rechte Hand war in 26 und die linke Hand in 24 Fällen betroffen. Auch bei den zwei linksbetonten Patienten bestand die Verletzung je einmal auf der rechten und der linken Seite. Ein deutlicher Unterschied ist dagegen in der Geschlechtsverteilung zu sehen. Unter den 50 Patienten fanden sich nur zwei Frauen. Dieser Unterschied, der von anderen Autoren auch beschrieben wird, wird oft durch die Rolle der körperlich schweren Arbeit begründet. Da aber die Verletzungen der Handwurzel keinesfalls typischerweise bei Arbeitsunfällen oder bei körperlich schwerer Arbeit entstehen, kann dies nicht die alleinige Ursache sein.

Von entscheidender Bedeutung für die Prognose aller Handwurzelverletzungen ist die möglichst frühzeitige genaue Diagnostik der Verletzung. Während bei den frischen Verletzungen die Ergebnisse 20 mal gut oder sehr gut, dagegen 14 mal

mittelmäßig oder schlecht waren, waren bei den veralteten Fällen nur ein sehr gutes, dagegen aber neun mittelmäßige oder schlechte Ergebnisse.

Abschließend soll erwähnt werden, daß in einem Fall einer übersehenen Mondbeinverrenkung von Seiten der Berufsgenossenschaft die Frage nach einer eventuellen Einstufung als Kunstfehler gestellt wurde. Diese Frage ist damals negativ beantwortet worden. Da jedoch die Folgen übersehener Handwurzelverletzungen zum Teil recht erheblich sein können, wäre es möglich, daß hier eine Änderung eintreten könnte. Der Diagnostik der Handwurzelverletzungen im Rahmen der Unfallbehandlung würde daraus eine noch größere Bedeutung erwachsen.

Unabhängig von der Frage einer Einstufung als Kunstfehler ergibt sich daraus für alle Verletzungen des Handgelenkes, bei denen der Verdacht auf eine knöcherne Verletzung der Handwurzel besteht, daß intensiv nach solchen gesucht werden muß. Insbesondere bei langanhaltenden Beschwerden sollte daher in Zweifelsfällen die Überweisung an eine entsprechend spezialisierte Abteilung zur weiteren Diagnostik erwogen werden.

X. Photographischer Teil

Abb. 17

Abb. 18

Abb. 17 und 18:
Luxation des Trapezoideums (Fall 24)
Unfallbild

Abb. 19:
Luxation des Trapezoideums (Fall 24)
1 Woche nach Unfall

Abb. 20:
Luxation des Trapezoideums (Fall 24)
13 Monate nach Unfall

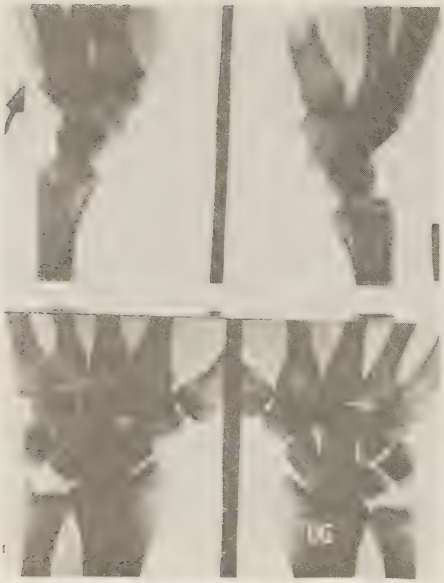

Abb. 21:
Luxation des Capitatum
(Fall 29) - 6 Jahre
nach Unfall

Abb. 22:
Luxatio radiocarpalis
(Fall 49) - Unfallbild

Abb. 23

Abb. 24

Abb. 23 und 24:
Luxatio intercarpalis mit zusätzlicher Trapeziumfraktur (Fall 48). Kontrollaufnahmen nach der Reposition

Abb. 25: Luxatio intercarpalis mit zusätzlicher Trapeziumfraktur (Fall 48). 1 Jahr nach Unfall.

Abb. 26:
Traumatische Spalthand
(Fall 30) - Unfallbild

Abb. 27: Traumatische Spalthand mit zusätzlicher Hamatumfraktur (Fall 34). Unfallbild

Abb. 28:
Traumatische Spalthand (Fall 30). Aufnahme nach Reposition

Abb. 29:
Traumatische Spalthand (Fall 30). Aufnahme nach Reposition

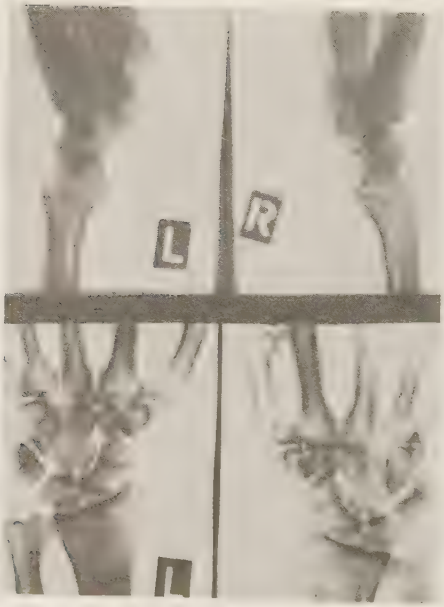

Abb. 30:
Traumatische Spalthand (Fall 30).
9 Jahre nach Unfall

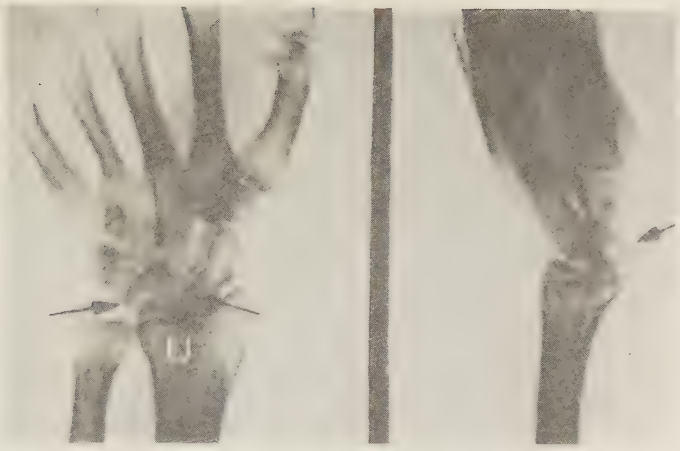

Abb. 31: Reine perilunäre Luxation (Fall 11)
Unfallbild

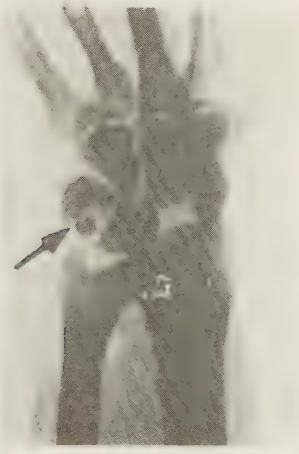

Abb. 32:
Transtriquetrale perilunäre Luxation mit scaphoidolunärer Diastase (Fall 14)
Unfallbild

Abb. 33:
Transtriquetrale perilunäre Luxation mit scaphoidolunärer Diastase (Fall 14). Kontrollaufnahmen nach der 2. Reposition

Abb. 34: Perilunäre Luxation nach volar (Fall 40)
Unfallbild

Abb. 35: Veraltete perilunäre Luxation mit Entwicklung einer Mondbeinnekrose (Fall 17).
25 Monate nach Unfall

Abb. 36: Sudeck'sche Atrophie nach einer Fraktur des Capitatum und einer Luxation des Naviculare und Hamatum (Fall 47) - 3 Monate nach Unfall

Abb. 37: Luxationsfraktur des Trapezium (Fall 1) 10 Jahre nach Unfall

XI. Literaturverzeichnis

ADLER, J. B.
SHAFTAN, G. W.
Fractures of the Capitate
J. Bone Jt. Surg. 44-A, 1537 (1962)

ALBERS-SCHÖNBERG
Isolierte Fraktur (Fissur) des Os hamatum
Fortschr. Röntgenstr. 13, 323 (1908/1909)

ALTENSTRASSER, F.
Über die Luxation des Os naviculare manus
Z. Orthop. 98, 139 (1963)

AUVRAY, M.
Fracture de scaphoide de la main avec luxation d'un des fragmentes sur la face dorsale
Gaz. Hôp. (Paris) 71, 377 (1898)

BARTONE, N. F.
GRIECO, R. V.
Fractures of the Triquetrum
J. Bone Jt. Surg. 38-A, 353 (1956)

BECK, E.
Die Verpflanzung des Erbsenbeines am Gefäßstiel zur Behandlung der Mondbeinnekrose
Z. Unfallmed. Berufskr. 67, 96 (1974)

BECK, E.
Die scaphoidolunäre Subluxation
Z. Unfallmed. Berufskr. 67, 51 (1974)

BENNINGHOFF, A.
GOERTTLER, K.
Lehrbuch der Anatomie des Menschen
1. Bd., 12. Aufl., Verlag Urban-Schwarzenberg, München-Berlin 1978

BIBERBACH
zit. nach PERSCHL

BLUMER, J.
Die Karpal- und Metacarpalfrakturen in den Jahren 1919 und 1920 bei der Schweizer Unfallversicherung
Arch. orthop. Unfall-Chir. 20, 445 (1922)

BÖHLER, J.
Die Komplexverletzungen der Hand, Taktik der Sofortversorgung frischer Verletzungen
Mschr. Unfallheilk. 80, 39 (1977)

BÖHLER, L.
Die Technik der Knochenbruchbehandlung
1. Bd., 12. - 13. Aufl., Wien, Maudrich 1954

BONNIN, J. G.
GREENING, W. P.
Fractures of the Triquetrum
Brit. J. Surg. 31, 278 (1943/1944)

BRAUS, H.
ELZE, C.
Anatomie des Menschen
1. Bd., 3. Aufl., Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1954

BRÜCKNER, H. — Die Verrenkung des 1. Handstrahles mitsamt dem großen Vieleck- und Kahnbein
Mschr. Unfallheilk. 65, 398 (1962)

BRÜCKNER, H. — Das Diagnose- und Behandlungsproblem perilunärer Luxationen
Zbl. Chir. 88, 561 (1963)

BUCK-GRAMCKO, D. — Untersuchung einer erkrankten oder verletzten Hand
Internistische Praxis 8, 273 (1968)

[illegible], M. — Perilunar Dislocation of the Carpus
J. Bone Jt. Surg. 33-B, 141 (1951)

[illegible], R. D.
[illegible], E. M.
[illegible] — Lunate and Perilunar Dislocations
J. Bone Jt. Surg. 46-B, 55 (1964)

[illegible], R. D.
[illegible]
[illegible], E. M.
[illegible] — Indications for Open Reduction of Lunate and Perilunate Dislocations of the Carpal Bones
J. Bone Jt. Surg. 47-A, 915 (1965)

[illegible], P. R.
[illegible]
[illegible] — Ununited Fracture of the Hook of the Hamate
J. Bone Jt. Surg. 59-A, 583 (1977)

[illegible], E. P. — Retrolunar Dislocation of the Capitate with Fracture or Subluxation of the Navicular Bone
J. Bone Jt. Surg. 23-B, 830 (1941)

[illegible], A. — A Treatise on Dislocations and on Fractures of the Joints
Boston, Lilly and Wait, and Carter and Hendee, 1832, p. 474

[illegible], [illegible]
[illegible] — Management of Fractures of the Greater Multangular
J. Bone Jt. Surg. 42-A, 1111 (1960)

[illegible], G. B. — zit. nach SCHNEK

[illegible], H. — Die perilunäre Volarluxation der Hand
Mschr. Unfallheilk. 69, 84 (1966)

[illegible], L. — Über einen Fall von Abriss des Hamulus ossis hamati
Zbl. Chir. 59, 2225 (1932)

[illegible], E. — Injuries of the Wrist. A Radiological Study
London, Ernest Benn, Ltd., 1925

DUPUYTREN — zit. nach PERSCHL

DURBIN, F. C. — Non-Union of the Triquetrum
J. Bone Jt. Surg. 32-B, 388 (1950)

EBERMAYER, F. — Über isolierte Verletzungen der Handwurzelknochen
Fortschr. Röntgenstr. 12, 1 (1908)

EIGENBRODT, W. — Über isolierte Luxationen der Karpalknochen, speziell des Mondbeines
Bruns' Beitr. klin. Chir. 30, 805 (1901)

EILERS, O. — Beitrag zur Kenntnis der Fraktur des Os triquetrum carpi
Dtsch. Z. Chir. 206, 142 (1927)

FENTON, R. L.
ROSEN, H. — Fractures of the Capitate Bone - Report of Two Cases
Bull. Hosp. Jt. Dis. (N. Y.) 11, 134 (1950)

FENTON, R. L. — The Naviculo-Capitate Fracture Syndrome
J. Bone Jt. Surg. 38-A, 681 (1956)

FISCHER, W. — Die dorsale Absprengung am Triquetrum und ihre Entstehung
Fortschr. Röntgenstr. 25, 202 (1917)

FITZGERALD, H. W. — Bilateral Perilunar Dislocation of the Carpus - Report of a Case
J. Bone Jt. Surg. 32-B, 386 (1950)

FRANKE, K. — Über Handgelenksluxationen
Zbl. Chir. 35, 1298 (1964)

FRECH, K. — Fraktur des Os capitatum
Fortschr. Röntgenstr. 77, 622 (1952)

GAY, G. W. — Dislocation of the Trapezoid
Boston med. surg. J. 81, 188 (1869)

GEGENBAUR, C. — Vergleichende Anatomie der Wirbelthiere
1. Bd., Leipzig, Verlag Engelmann, 1898, S. 529

GERVIS, H. — Excision of the Trapezium for Osteoarthritis of the Trapezio-Metacarpal Joint
J. Bone Jt. Surg. 31-B, 537 (1949)

GORE, D. R. — Carpometacarpal Dislocation Producing Compression of the Deep Branch of the Ulnar Nerve
J. Bone Jt. Surg. 53-A, 1387 (1971)

HART, V. L.
GAYNOR, V.
Roentgenographic Study of the Carpal Tunnel
J. Bone Jt. Surg. 23, 382 (1941)

HENKE, R.
STOLTZE, D.
Irreponible transnaviculo-transtriquetro perilunäre Handwurzelluxation
Chir. Praxis 20, 139 (1975/1976)

HESS, P.
HAAS, H. G.
KLEMM, K.
Doppelseitige Volarluxation des Naviculare und Lunatum
Mschr. Unfallheilk. 79, 399 (1976)

HINKEL, C. L.
Fractures of the Distal Radius and Ulna and Dislocation of the Proximal Carpals
Radiology 69, 809 (1957)

HIPPOKRATES
zit. nach FRANKE

HOFMEISTER, F.
Ein Beitrag zur Problematik und Behandlung der Bandausrisse des Os triquetrum
Mschr. Unfallheilk. 61, 280 (1958)

HOHENBLEICHER, R.
Das "Naviculo-Capitate Fracture Syndrome"
Mschr. Unfallheilk. 79, 281 (1976)

HOHMANN, D.
Angeborene Störungen, Erkrankungen und Verletzungen des distalen Radio-Ulnar-Gelenkes
Arch. orthop. Unfall-Chir. 56, 211 (1964)

JAHNA, H.
Erfahrungen und Nachuntersuchungsergebnisse von 47 De Quervainschen Verrenkungsbrüchen
Arch. orthop. Unfall-Chir. 57, 51 (1965)

JEANNE
Les lésions traumatiques fermée du poignet
Rapport au 28e congrès de chirurgie
Paris 1919

JOHNSON, S.
Ein Fall von Luxation des Os hamatum
Acta radiol. (Stockh.) 7, 9 (1926)

JONES, G. B.
An Unusual Fracture-Dislocation of the Carpus
J. Bone Jt. Surg. 37-B, 146 (1955)

KELLAM, H. I. J.
MCNOFY, P. F.
Review of Fractures and Dislocations of the Carpus
Canad. med. Ass. J. 53, 332 (1945)

KIENBÖCK, R.
Über traumatische Malazie des Mondbeines und ihre Folgezustände, Entartungsformen und Kompressionsfrakturen
Fortschr. Röntgenstr. 16, 77 (1910)

KIENBÖCK, R. Über Luxationen im Bereiche der Handwurzel
Fortschr. Röntgenstr. 16, 103 (1910)

KIEHNE, R. Zur operativen Behandlung der veralteten perilunären Luxation
Beitr. Orthop. Traumat. 1, 22 (1968)

KINDL, J. Isolierte Handwurzelknochenverletzung
Bruns' Beitr. klin. Chir. 67, 549 (1910)

KLENGEL, W. Erbsenbein- und Hakenbeinbruch durch Rückschlagverletzung
Mschr. Unfallheilk. 53, 213 (1950)

KOCH, W.
SELLENTIN, W. Die übersehene perilunäre Luxation
Der Chirurg 40, 132 (1969)

KRASKE, H. Luxation des Naviculare manus
Arch. orthop. Unfall-Chir. 25, 531 (1927)

LANZ, T.
WACHSMUTH, W. Praktische Anatomie
1. Bd., 3. Teil, 2. Aufl., Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1959

LEWIS, H. H. Dislocation of the Lesser Multangular
J. Bone Jt. Surg. 44-A, 1412 (1962)

MANON, M. Les fractures du trapéze dans les traumatismes du poignet
Rev. Orthop. 11, 127 (1924)

MCAUSLAND, W. R. Perilunar Dislocation of the Carpal Bones and Dislocation of the Lunate Bone
Surg. Gynec. Obstet. 79, 256 (1944)

MEYER-LAACK Ein Beitrag zu seltenen Frakturen am Os triquetrum und pisiforme
Arch. orthop. Unfall-Chir. 44, 387 (1951)

MEYERS, M. H.
WELLS, R.
HARVEY, J. P. Naviculo-Capitate Fracture Syndrome
J. Bone Jt. Surg. 53-A, 1383 (1971)

MILCH, H. Fracture of the Hamate Bone
J. Bone Jt. Surg. 16-A, 459 (1934)

MORDEJA, J. Eine Abart der intercarpalen Luxationsfraktur: transnaviculo-translunäre dorsale Handluxation
Mschr. Unfallheilk. 65, 200 (1962)

MOTTA, C. Spätergebnisse der perilunären Handgelenksverrenkung
Mschr. Unfallheilk. 65, 377 (1962)

MÜLLER, K. L. Hilfsmethode zur Einrichtung des verrenkten Mondbeines
Zbl. Chir. 65, 2444 (1938)

MÜLLER-FÄRBER, J. Ergebnisse verschiedener Kahnbeinpseudarthrosen der Hand
Unfallheilk. 80, 345 (1977)

NAST-KOLB, A. Über seltenere Handwurzelverletzungen im Röntgenbilde
Bruns' Beitr. klin. Chir. 73, 619 (1911)

NIGST, H. Frische Frakturen, Luxationen und Luxationsfrakturen der Karpalknochen
Z. Unfallmed. Berufskr. 67, 35 (1974)

PETERSON, C. L. Dislocation of the Multangulum Majus or Trapezium (and its Treatment in Two Cases with Exstirpation)
Arch. chir. neerl. 2, 369 (1950)

PERSCHL, A. Behandlungsergebnisse perilunärer dorsaler Verrenkungen
Ergebn. Chir. Orthop. 35, 437 (1949)

PFAB, B. Ein Fall von Fraktur des Os pisiforme
Langenbecks Archiv klin. Chir. 129, 800 (1924)

PFEIFFER, K. M. Ungewöhnliche, offene, perilunäre Luxation mit Capitatumfraktur
Handchirurgie 2, 212 (1970)

PFEIFFER, K. M. Lunatummalazie
Z. Unfallmed. Berufskr. 67, 88 (1974)

QUERVAIN, F. de Beitrag zur Kenntnis der combinirten Fracturen und Luxationen der Handwurzelknochen
Mschr. Unfallheilk. 9, 65 (1902)

REHN, E. Chirurgie des Handgelenkes und der Hand
In: Handbuch der praktischen Chirurgie 5. Bd. Chirurgie der oberen Gliedmaßen GARRE, KÜTTNER, LEXER; 6. Aufl., Stuttgart, Enke-Verlag, 1927, S. 454-497

RETTICH, H. Zur gewohnheitsmäßigen Subluxation des Kahnbeines
Arch. orthop. Unfall-Chir. 53, 498 (1961)

RICKLIN, P. Teilarthrodesen des Handgelenkes
Z. Unfallmed. Berufskr. 67, 120 (1974)

RIEDER, J. J. Fractures of the Capitate Bone
U. S. armed Forces med. J. 9, 1513 (1958)

RIEDL, H. Zur Kenntnis der isolierten Luxationen des Kahnbeines der Hand
Wien. klin. Wschr. 19, 1520 (1906)

RÖSE, W. Isolierte unkomplizierte Kahnbeinverrenkung der Hand
Arch. orthop. Unfall-Chir. 55, 212 (1963)

RÖSLI, A. Die Arthrographie, ein Beitrag zur Handgelenksdiagnostik
Schweiz. med. Wschr. 93, 892 (1963)

RUSSE, O. Fracture of the Carpal Navicular. Diagnosis, Non-operative Treatment and Operative Treatment
J. Bone Jt. Surg. 42-A, 759 (1960)

RUSSELL, T. B. Intercarpal Dislocations and Fracture-Dislocations. A Review of Fifty-nine Cases
J. Bone Jt. Surg. 31-B, 524 (1949)

SAMPSON, D. A. Isolated Dislocation of the Lesser Multangular Bone
Am. J. Roentgenol. 59, 712 (1948)

SAXER, U. Luxationstrümmerfraktur der Handwurzel
Z. Unfallmed. Berufskr. 67, 59 (1974)

SCHARIZER, E. Teilarthrodesen des Handgelenkes
Mschr. Unfallheilk. 71, 356 (1968)

SCHARIZER, E. Eine seltene perilunäre Luxationsfraktur (Luxatio transnaviculo-transcapitato-transtriquetro-perilunaris)
Handchirurgie 2, 222 (1970)

SCHNEK, F. Die Verletzungen der Handwurzel
Ergebn. Chir. Orthop. 23, 1 (1930)

SEGMÜLLER, G. Spätschäden nach Handgelenkverletzungen
Z. Unfallmed. Berufskr. 67, 98 (1974)

SEIMON, L. P. Compound Dislocation of the Trapezium
J. Bone Jt. Surg. 54-A, 1297 (1972)

SEYSS, R. Die Frakturen des Os multangulum majus
Mschr. Unfallheilk. 61, 86 (1958)

SHELDON, J. G. Dorsal Dislocation of the Trapezoid
Am. J. med. Sci. 121, 85 (1901)

SIEGEL, M. W.
HERTZBERG, H.
Complete Dislocation of the Greater Multangular (Trapezium)
J. Bone Jt. Surg. 51-A, 769 (1969)

SIMON, P.
Ein Beitrag zu Capitatum - Frakturen
Z. Orthop. 95, 365 (1962)

SNODGRASS, L. E.
Fractures of the Carpal Bones
Am. J. Surg. 38, 539 (1937)

STACK, J. K.
End Results of Excision of Carpal Bones
Arch. Surg. 57, 245 (1948)

STARK, H. H.
JOBE, F. D.
BOYES, J. H.
ASHWORTH, Ch. R.
Fracture of the Hook of Hamate in Athletes
J. Bone Jt. Surg. 59-A, 575 (1977)

STEIN, A. H.
Dorsal Dislocation of the Lesser Multangular Bone
J. Bone Jt. Surg. 53-A, 377 (1971)

STEIN, F.
SIEGEL, M. W.
Naviculocapitate Fracture Syndrome
J. Bone Jt. Surg. 51-A, 391 (1969)

STEINHÄUSER, E.
Fehlergebnisse in der Behandlung der Handwurzelverletzungen und ihre Beseitigung durch die transnaviculolunäre Resektion
Beitr. Orthop. Traumat. 1, 24 (1968)

STEINHÄUSER, W.
Zur Versorgung der veralteten perilunären Luxation und zur Versorgung veralteter Mittelhandbrüche
Beitr. Orthop. Traumat. 1/2, 189 (1969)

TANZ, S. S.
Rotation Effect in Lunar and Perilunar Dislocations
Clin. Orthop. 57, 147 (1968)

TILLMANNS
zit. nach PERSCHL

TISCHER, K.
Zur operativen Behandlung der veralteten perilunären Luxation
Zbl. Chir. 97, 174 (1972)

VOORHOEVE, A.
Über die Behandlung und Nachuntersuchungsergebnisse veralteter Mondbeinverrenkungen
Arch. orthop. Unfall-Chir. 71, 1 (1971)

VOORHOEVE, A.
Über die Behandlungsmöglichkeiten des veralteten De Quervainschen Verrenkungsbruches
Arch. orthop. Unfall-Chir. 71, 119 (1971)

WAGNER, C. J. Perilunar Dislocations
J. Bone Jt. Surg. 38-A, 1198 (1956)

WAGNER, C. J. Fracture Dislocations of the Wrist
Clin. Orthop. 15, 181 (1959)

WEISS, Ch.
LASKIN, R. S.
SPINNER, M. Irreducible Trans-scaphoid Perilunate Dislocation
J. Bone Jt. Surg. 52-A, 565 (1970)

WESELEY, M.
BARENFELD, P. A. Transscaphoid, transcapitate, transtriquetral perilunate fracture-dislocation of the wrist
J. Bone Jt. Surg. 54-A, 1073 (1972)

WITVOET, J.
ALLIEU, Y. Lésions traumatiques fraîches
Rev. chir. orthop. Suppl. 1, 59, 98 (1973)

ZSIGMONDY, K. Die Frakturen des Os capitatum
Med. Dis. München 1938

Herrn Prof. Dr. J. Rehn danke ich für die freundliche Überlassung dieses Themas, sowie für die Unterstützung bei der Durchführung dieser Arbeit.

Herrn Dr. W. Griebel gilt ebenfalls mein Dank für die anregende Diskussion und ständige Förderung dieser Arbeit.

L e b e n s l a u f

Am 3. März 1951 wurde ich als Sohn der Eheleute Wilhelm und Maria Michel, geb. Eckelhoff, in Oberhausen geboren. Im Anschluß an die Grundschule besuchte ich das private, altsprachliche Gymnasium des Vinzenz-Pallotti-Kollegs in Rheinbach bei Bonn, wo ich am 15. Juni 1970 die mündliche Abiturprüfung ablegte.

Da ich nach Beendigung eines zweijährigen Wehrdienstes, den ich zum überwiegenden Teil im Sanitätsdienst ableistete, auf Grund des Numerus clausus noch keinen Studienplatz in der Medizin bekommen konnte, immatrikulierte ich mich zunächst im WS 72/73 und im SS 73 in den Fächern Physik und Chemie an der Technischen Universität Clausthal-Zellerfeld. Um bis zum Beginn des Medizinstudiums praktische Erfahrungen zu sammeln, begann ich am 2. August 1973 im Krankenhaus zu arbeiten.

Das Medizinstudium begann ich dann im WS 74/75 an der Ruhr-Universität Bochum, wo ich am 27. August 1976 die ärztliche Vorprüfung ablegte. Nachdem ich mit zum Vorlauf des Bochumer Modells gehörte, bestand ich am 26. August 1977 den ersten Teil der ärztlichen Prüfung. Seitdem bin ich als Studierender der Abteilung für theoretische und klinische Medizin an der Ruhr-Universität eingeschrieben.

D. GRÄBNER
DISSERTATIONS U. OFFSETDRUCKEREI
Gotenstraße 3
8602 Altendorf bei Bamberg
Telefon: 09545 / 8791